Aus der I. Medizinischen Klinik der Freien Universität Berlin
im Städtischen Krankenhaus Westend
Direktor: Professor Dr. med., Dr. sc. h. c., Dr. med. vet. h. c.,
Dr. med. h. c. Hans Frhr. v. Kreß

Längsrheographische Untersuchungen an Kranken mit peripheren arteriellen Durchblutungsstörungen zur Beurteilung der "Syncardon-Therapie nach FUCHS"

Inaugural-Dissertation

zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Heinz Heidrich
aus Reichenberg

1965

Druck:

ERNST-REUTER-GESELLSCHAFT
der Förderer und Freunde der Freien Universität Berlin e.V.

DISSERTATIONS-DRUCKSTELLE

1 Berlin 33, Garystr. 45

Aus der I. Medizinischen Klinik der Freien Universität Berlin
im Städtischen Krankenhaus Westend
Direktor: Professor Dr. med., Dr. sc. h. c., Dr. med. vet. h. c.,
Dr. med. h. c. Hans Frhr. v. Kreß

Längsrheographische Untersuchungen an Kranken mit peripheren arteriellen Durchblutungsstörungen zur Beurteilung der "Syncardon-Therapie nach FUCHS"

Inaugural-Dissertation

zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Heinz Heidrich

aus Reichenberg

Dekan:	Professor Dr. med. Adalbert Loeschke
Referent:	Professor Dr. med. Fritz A. Pezold
Korreferent:	Professor Dr. med., Dr. sc. h. c., Dr. med. vet. Dr. med. h. c., Hans Frhr. v. Kreß

UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK - LEIDEN -

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 24. Juli 1965

Übersicht

A. Problemstellung

B. Über die Syncardon-Therapie und ihre Grundlagen
1. Kurze Übersicht über Regulierung und Ablauf der Extremitätendurchblutung
2. Die Syncardon-Therapie nach FUCHS (Prinzip,Indikationen,Methodik,Wirkungsweise)
3. Vorstellungen über den therapeutischen Effekt der Syncardon-Massage bei peripheren arteriellen Durchblutungsstörungen
4. Nebenwirkungen der Syncardon-Massage
5. Bisherige Beurteilung der Syncardon-Therapie

C. Methodik/Eigene Untersuchungen zur Methodik
1. Kurze Übersicht über die üblichen Meßmethoden zur objektiven Beurteilung der Extremitäten-Durchblutung unter ausführlicher Stellungnahme zur peripheren Längs-Rheographie als einer besonders brauchbaren Methode
2. Näheres über die Anwendung der Rheographie
3. Die verwendete Apparatur und ihre Anwendung unter der vorliegenden Fragestellung
4. Beurteilung der Rheogramme
5. Physiologische Variationsbreite der rheographischen Kurvenform
6. Physiologische Variationsbreite des Rheographischen Quotienten(RQ)
7. Meßungenauigkeiten und Meßunsicherheiten

D. Beobachtungsgut und Untersuchungsgang zur Beurteilung der "Syncardon-Therapie nach FUCHS"

E. Eigene Untersuchungen/Ergebnisse

1. Klinische Befunde
2. Ergebnisse der rheographischen Untersuchungen an Kranken unter einer Syncardon-Therapie-Serie
3. Rheographische Untersuchungen während einer Syncardon-Massage

F. Besprechung der Ergebnisse

G. Zusammenfassung

- - - - - - - - - - - - - - -

A. Problemstellung

Seit Anwendung der Syncardon-Massage nach FUCHS bei der Behandlung peripher-arterieller Durchblutungsstörungen,ist wiederholt versucht worden,Therapie-Erfolge zu objektivieren.
So sind Arbeiten bekannt,in denen die Brauchbarkeit der Hauttemperaturmessung(34,73,1o3),Oszillographie (19,41,73,112),Bestimmung der Pulswellengeschwindigkeit(4,24,25,26,73),radioaktiven Methoden(74,91,1oo), Angiographie(41,73)sowie reaktiver Hyperämieteste und der Beurteilung des Ernährungszustandes der Haut und Nägel(73)geprüft wurden.
Die Ergebnisse waren aber nicht durchweg befriedigend und widersprachen sich teilweise.
Über die Anwendung der Rheographie als Methode zur Verlaufsbeobachtung bei syncardialer Therapie liegen ausführliche Untersuchungen bisher nicht vor.Es finden sich lediglich kurze Hinweise über Einzelbeobachtungen bei KAINDL,POLZER,SCHUHFRIED(5o),FRIEDMANN(19) und ARTHOLD(5).
In der vorliegenden Arbeit wurden daher klinische Befunde mit dem Verhalten der entsprechenden Rheogramme vor und nach Syncardon-Behandlung verglichen und untersucht,ob gleichartige Behandlungserfolge mit charakteristischen Veränderungen der Pulskurve im Rheogramm einhergehen.

B. Über die Syncardon-Therapie und ihre Grundlagen

1. Kurze Übersicht über Regulierung und Ablauf der Extremitätendurchblutung

Der Extremitätenkreislauf dient in erster Linie nutritiven Aufgaben.Er stellt ein mechanisches System dar,für das eine Strombahn,genügend Flüssigkeit sowie ein Druckgefälle Voraussetzung sind und folgt weitgehend physikalischen Strömungsgesetzen.
Die Blutversorgung der peripheren Gefäßabschnitte ist im wesentlichen von der Auswurfleistung des linken Ventrikels und vom peripheren Gefäßwiderstand abhängig.
Der linke Ventrikel wirft in rhythmischen Kontraktionen sauerstoffgesättigtes Blut aus,das mit einem nahezu konstanten Mitteldruck von 1oo mm Hg in die Kreislaufperipherie gelangt und im Bereich der Arteriolen einen Druckabfall auf etwa 3o mm Hg erfährt.Dieses Druckgefälle ist notwendig,um eine Strömung des Gefäßinhaltes zu garantieren.
Die kleinen Arterien,Arteriolen und Kapillaren sind der Ort des größten Strömungswiderstandes.Der Strömungswiderstand ist umso größer,je enger das Lumen dieser Gefäße ist und umso kleiner,je weiter es ist.
Der Durchmesser dieser Gefäße wird vom Kontraktionszustand ihrer glatten Muskelfasern bestimmt.Spannungszunahme der Muskelfasern verengt,Spannungsabnahme erweitert das Lumen.
Die Wandspannung der peripheren Gefäße ist abhängig von:

1. Einem Basistonus der glatten Muskelfasern in

den kleinen arteriellen Gefäßen.

2. Örtlichen Temperaturveränderungen.
3. Körpereigenen Substanzen,wie Stoffwechselend- und -zwischenprodukte(Milchsäure/Kohlensäure/ Adenosin-Verbindungen/Histamin/Acetylcholin/ Adrenalin/Noradrenalin),die vom umgebenden Gewebe oder vom durchströmenden Blut herrühren.
4. Nervalen Einflüssen,und zwar
   a)reflektorischen,von spezifischen chemo- und drucksensiblen Zonen sowie sensiblen und sensorischen Nerven ausgehend,
   b)von direkter Beeinflussung der Kreislaufzentren in den Seitenhörnern des Halsmarkes, den Zentren in der Medulla oblongata und den kreislaufaktiven Zonen im Hypothalamus und im Cortex infolge chemischer und physikalischer Blutveränderungen.

Alle diese Faktoren bewirken mittels Regulations- und Gegenregulationsmechanismen eine Änderung der mechanischen Eigenschaften und Größen des Gefäßsystems und ermöglichen so eine Anpassung der Extremitätendurchblutung an funktionell unterschiedliche Bedürfnisse.

2. Die Syncardon-Therapie nach FUCHS
(Prinzip,Indikationen,Methodik,Wirkungsweise)

Prinzip

Bei der Syncardon-Therapie soll nach den Vorstellungen von FUCHS(21,22,23,24,25,26,27,28,29) durch Unterstützung der peripheren Gefäßarbeit mittels Kompressionsmassage die Durchblutung gefäßerkrankter Extremitäten verbessert werden.Vom Rhythmus der Herzaktion

gesteuerte pneumatische Druckimpulse wirken über Manschetten auf Arterien,Venen und Lymphgefäße der behandelten Körperstelle ein und beeinflußen die Strömung in diesen Gefäßen.Die Druckimpulse sollen die Gefäßkonstriktion unterstützen und die Pulswellen nicht hemmen.Sie müssen den Frequenzänderungen der Herzaktionen während der Massage folgen,die durch physiologische oder psychische Ursachen bedingt sind. Es ist wesentlich,daß die Druckimpulse erst dann einsetzen,wenn die Pulswelle den Massageort passiert undvder unter der Massage-Manschette liegende Arterienteil gerade im Begriff ist,sich zu kontrahieren.

Indikationen

Die "syncardiale Extremitätenmassage" nach FUCHS dient der konservativen Behandlung vorwiegend organischer und funktioneller peripherer Gefäßerkrankungen(75), der Diagnostik von Durchblutungsstörungen und der Indikationsstellung zu chirurgischen Maßnahmen.
Nach FUCHS und anderen(34,41,42,1o3)ist diese Behandlungsmethode in folgenden Fällen indiziert:

1. Diabetische und arteriosklerotische Gangrän
2. Arteriosklerose
3. Arterielle Thromben
4. Malum perforans
5. Claudicatio intermittens
6. Morbus BÜRGER
7. Morbus RAYNAUD
8. Digitus mortuus
9. Postoperative,posttraumatische und postphlebitische Ödeme
1o. Varicöser Symptomenkomplex
11. Ulcus cruris
12. Perniones
13. Erfrierungen
14. Verbrennungen

15. Zirkulationsstörungen durch Inaktivität
16. Verzögerte Kallusbildung
17. Gliedmaßendystrophie
18. SUDECK-Syndrom
19. Schlaffe Lähmungen nach Poliomyelitis
2o. Gewisse Formen der Arthritis bzw. Arthrose

Kontraindikationen

1. Akute Thrombophlebitis
2. Akut entzündliche Zustände
3. Sich rasch ausbreitende Gangrän
4. Aorteninsuffizienz
5. Schwere Kachexie
6. Lues latens

Insbesondere über die Verwendung bei arteriosklerotischen Durchblutungsstörungen liegt eine größere Anzahl von Erfahrungsberichten vor(1,2,4,5,9,1o,13, 21,22,26,34,39,41,43,68,7o,73,8o,81,83,89,1o8).

Methodik

Die Massage an den Extremitäten wird mit Gummi-Manschetten von 12 cm Breite und unterschiedlicher Länge,entsprechend dem Gliedmaßenumfang,ausgeführt. Die Manschetten werden mittels elastischer Binden zirkulär um die Gliedmaßenabschnitte angelegt.
Um die Arbeit des Syncardon-Gerätes(Abb.1)individuell abzustimmen,lassen sich Druckhöhe,Druckdauer,Einsatzverzögerung und Massageort variieren.
Die Druckhöhe(D) in mm Hg entspricht der Kraft,mit der die Druckmanschetten den behandelten Gliedmaßenabschnitt komprimieren.Sie wird,je nach der Art der Erkrankung,dem diastolischen Blutdruck und der Anzahl der Behandlungen,unterschiedlich eingestellt.Nach FUCHS soll jede Behandlung mit niedrigen Druckwerten

Abb.1 : Symparion-Modell 50 nach Dr.
M.Wuchs
(mit Firmenurkunde der Firma
Jaquet,Basel,Schweiz)

beginnen und den diastolischen Druck nicht unterschreiten.Es können jedoch gegebenenfalls Drucke bis zu 200 mm Hg erzeugt werden.

Die Druckdauer(D)in Sekunden ist die Zeit,während der der Kompressionsdruck wirkt.Sie ist von der Pulsfrequenz so abhängig,daß sie bei langsamer Pulsaktion groß,bei schneller klein sein soll (FUCHS).Die Druckdauer läßt sich zwischen 0,1 und 1,1 Sek.variieren.

Die Zeitspanne zwischen dem R-Potential im EKG und dem Fußpunkt des Druckanstieges in der Behandlungsmanschette wird als Einsatzverzögerung(VZ) oder als Druckeinsatz bezeichnet.Soll der Druckimpuls der Massage-Manschetten in der von FUCHS angenommenen Weise strömungsförderlich wirken,muß die Einsatzverzögerung auf jeden Fall größer sein,als die am Ort der Massage bestimmte Pulswellengeschwindigkeit. Man erhält die am Gerät einzustellende Einsatzverzögerung, indem man nach OBRIST(72) 1/3, nach FUCHS 1/1o der Pulswellenlaufzeit zum gemessenen Wert zuzählt.Die VZ kann zwischen o,1 und o,5 Sek. variiert werden.
In diesem Zusammenhang sei aber noch auf folgendes hingewiesen:
Exakte Untersuchungen von WIDMER(113)ergaben,daß zwischen der wirklichen und der im Syncardon-Manometer älterer Modelle angegebenen Druckhöhe Differenzen bestehen.Sie sind durch die Trägheit des verwendeten Federmanometers bedingt.Druckdauer,Einsatzverzögerung und Pulswellenlaufzeit wiesen dagegen im"Syncardon-Modell 55" (1955) weitgehende Übereinstimmung von tatsächlichen und angezeigten Werten auf.
Über zwei Elektroden wird dem Apparat die Herzfrequenz übermittelt.Die Elektroden werden wie bei der Standardableitung des Elektrokardiogramms angelegt. Das Aktionspotential der R-Zacke dient als Steuerimpuls.
Die auszuwählende Behandlungsregion richtet sich nach der Art sowie der Lokalisation der Erkrankung und soll nach FUCHS im Laufe einer Behandlungsserie von Sitzung zu Sitzung variiert werden.

Die Behandlungsdauer pro Sitzung beträgt im allgemeinen 15 Minuten.Es werden aber auch Zeiten von 1o Min.(4,11)bis zu einer halben Stunde(73)angewendet. In der Regel wird jeden zweiten bis dritten Tag behandelt(1,4,11,73).Aber auch hier empfiehlt sich ein individuelles Vorgehen,je nach dem vorliegenden Krankheitsbild.
Über welche Zeitspanne man eine Behandlungsserie durchführen soll,richtet sich nach der Art der Erkrankung und in erster Linie nach den objektiven und subjektiven Symptomen im Verlaufe der Behandlung.

Wirkungsweise

Daß die syncardiale Massage den peripheren Kreislauf beeinflußt,ist sicher,wenn auch angezweifelt wird, ob das in der Art eines "peripheren auxilliären Herzens" geschieht(32,82,1o2),wie FUCHS annimmt.
Nach FUCHS(23,25,28)und anderen(1,68,72)soll der Druckimpuls die arterielle Blutströmung zu den Kapillaren verstärken,den venösen Rückfluß fördern und die Lymphströmung unterstützen.
Durch verschiedene experimentelle Untersuchungen wurde immer wieder versucht,den Wirkungsmechanismus der Syncardon-Massage aufzuklären.Dabei ergab sich, daß neben unmittelbaren Wirkungen auf die behandelte Extremität auch eine Reihe von Fernwirkungen auftritt. Im einzelnen wurden folgende Beobachtungen gemacht:

1. Während syncardialer Massage wurden distal der Behandlungsmanschette veränderte arterielle Pulskurven sowohl oszillographisch(42,72,112) als auch lichtplethysmographisch(33),sphygmographisch(113)und in eigenen Versuchen(Kap.D/2) rheographisch nachgewiesen.Diese Veränderungen waren abhängig von der Druckhöhe,der Druckdauer und der Verzögerungszeit.

2. Untersuchungen an Amputationsflächen während syncardialer Massage ließen keine Steigerung der arteriellen Durchblutung erkennen.Es kam aber zu vermehrtem venösen Rückfluß,wenn die Massage-Manschette nahe an der blutenden Stelle lag.(1o7).
   Diese Ergebnisse stehen jedoch in Diskrepanz zu vergleichbaren Untersuchungen an amputierten Unterschenkeln,bei denen eine vermehrte arterielle Kapillardurchblutung beobachtet wurde.(1).
3. Unter Syncardon-Massage wurden Radiojoddepots, die man in die Muskulatur einer erkrankten Extremität setzte,in kürzerer Zeit abgebaut, als ohne Massage.Das wird auf einen schnelleren Abtransport,nicht aber auf eine arterielle Mehrdurchblutung zurückgeführt.(35,91,1oo,115).
4. ALLGÖWER(1)hat durch Filmaufnahmen venöse Pulswellen proximal der Druckmanschette nachgewiesen,die vom Herzrhythmus unabhängig waren.
5. Varizen und Lymphödeme wurden makroskopisch kleiner(1,23).
6. SCHOOP(zit.nach 33)konnte ein Ansteigen des Venendruckes direkt unterhalb der Massage-Manschetten nachweisen.
7. ZENKEL und Mit.(116)fanden allgemein bei Manschettendruckanwendung von 2o - 3o mm Hg an der Wade eine Beschleunigung des venösen Blutstromes vom Fuß bis zur Hüfte.
8. Von WIDMER und STAUB(114)wurde der Druckverlauf in oberflächlichen Armvenen distal der Massage-Manschetten gemessen.Syncardon-Druckwerte,die dem diastolischen Blutdruck der VP glichen, änderten den Venendruck praktisch nicht.Dagegen

stieg unter diesen Bedingungen der Druck in der A.radialis steil an,sodaß eine Erhöhung des a-v-Druckgefälles die Folge war.
Eine deutliche Venendruckerhöhung bis zu 5o cm H_2O fand sich erst bei Druckwerten in Höhe des systolischen Blutdruckes.

9. Oszillographisch wurde eine zentripedale Druckwelle unter Massage nachgewiesen,allerdings ohne zu erwähnen,wie weit sie reicht.(72,112).
1o. STIRNEMANN(1o7)beobachtete,daß während der Dauer der Kompression der vom Herzen kommende Blutstrom leicht gehemmt wird und Interferenzerscheinungen auftreten.
11. Nach syncardialer Behandlung konnte FUCHS(23) eine Senkung des Blutzuckers,im Durchschnitt um 23 mg %,nachweisen.
12. Bei Clearance-Untersuchungen der Nierenfunktion zeigte sich,daß während und unmittelbar nach Massage die Nierendurchblutung deutlich gesteigert war,die Diurese aber nur in 4 von 1o Fällen verstärkt wurde.Die Nierendurchblutung wurde bei Massage der Oberschenkel stärker beeinflußt,als bei Massage der Unterschenkel (15).
13. Der Einfluß syncardialer Massage auf die Hämodynamik des Herzens wurde durch Messung des Minutenvolumens bestimmt,das sich nicht in signifikanter Weise änderte(1o1).
14. Puls und Blutdruck blieben von der Massage weitgehend unbeeinflußt(15).
15. Das EKG wurde durch Massage beider Beine kaum verändert(1o9).Es änderte sich dagegen bei Massage der Carotiden und äußerte sich bei einem Drittel der Fälle in einer Hebung der ST-Strecke.

16. An den Massagestellen wurde eine Steigerung der Hauttemperatur um 3 - 5 ^{o} C beobachtet (23).
17. In eigenen Versuchen(38)konnten Veränderungen des Herzschallbildes und des Carotispulses nachgewiesen werden,die von der Druckdauer, der Druckhöhe und der Einsatzverzögerung abhängig sind.

Für das Zustandekommen der Syncardon-Wirkung wird in erster Linie die mechanische Beeinflussung des Extremitätenkreislaufes verantwortlich gemacht(22,25,28, 32,72,89,114).
Da der Kompressionsimpuls sich während der Massage dem ganzen Extremitätenquerschnitt mitteilt,werden Arterien,Venen und Lymphgefäße in gleicher Weise von der Druckwirkung betroffen,obwohl ihre Reaktion durch unterschiedliche Elastizitäts- und intravasale Druckverhältnisse nicht identisch ist.Auf Grund der oben angeführten Beobachtungen kann die Annahme eines vermehrten venösen Rückstromes und einer Förderung der Lymphströmung als gesichert gelten.Hier wirkt die Syncardon-Massage zweifellos im physiologischen Sinne strömungsförderlich.Aus den vorliegenden experimentellen Untersuchungen läßt sich aber kein schlüssiger Beweis für eine absolute arterielle Mehrdurchblutung unter Syncardon-Massage bringen. Veränderte arterielle Pulsationskurven distal der Behandlungsmanschette dürfen nicht einschränkungslos auf ein absolut vermehrtes Blutvolumen bezogen werden. Beobachtungen am Amputationsstumpf widersprechen sich,Untersuchungsergebnisse mit radioaktiven Gewebsclearance - Methoden werden durch vermehrten venösen Rückfluß erklärt.Bisher fehlen am Menschen Untersuchungen unter Syncardon-Massage,die eine sichere Entscheidung darüber ermäglichen,ob durch syncardiale Behandlung das arterielle Blutvolumen erhöht wird. Die Ergebnisse aus Modellversuchen dürfen nicht ohne weiteres auf den Menschen übetragen werden.(46).

Die Frage,ob das Syncardon-Gerät bezüglich der arteriellen Durchblutung im Sinne von FUCHS physiologisch arbeitet,muß weiter offen bleiben.
Nicht physiologisch sind die Stauungserscheinungen, die sich während der Manschetten-Kompression in den arteriellen Gefäßen nach proximal auswirken.Sie sind wahrscheinlich Ursache der Veränderungen des Carotispulses und des Herzschallbildes während der Massage, da eine deutliche Abhängigkeit von der Druckhöhe,der Druckdauer und der Einsatzverzögerung nachgewiesen werden konnte.Damit ist auch die Annahme von GOTTLOB, May und ROHM(32),daß sich die oszillographisch beobachtete arterielle zentripedale Welle im unteren Aortenteil aufbraucht,nicht richtig.Die Stauwirkung während der Gefäßdiastole in der Aorta könnte auch die vermehrte Nierendurchblutung,wie sie COTTIER und REUBI(15)in 6o % aller Fälle während und unmittelbar nach Massage beobachteten,erklären.

3. Vorstellungen über den therapeutischen Effekt der Syncardon-Massage bei peripheren arteriellen Durchblutungsstörungen

Grundsätzlich ist bei peripher-arteriellen Durchblutungsstörungen eine Heilung im Sinne einer restitutio ad integrum nicht zu erwarten,weil die bekannten morphologischen Veränderungen der Arterienwände irreversibel sind(92).Auch ist eine hämodynamisch bedeutsame Rekanalisation obliterierter Gefäße nicht möglich(18,92),wenngleich die Tatsache nicht übersehen werden darf,daß die Arteriosklerose kein statischer,sondern ein dynamischer,von mehreren Faktoren abhängiger Prozeß ist(75,77,78).Eine Verbesserung der peripheren Durchblutung kann nur durch Erweiterung primärer und Neubildung sekundärer Kollateralen erfolgen.

Wie von SCHOOP (36,93,1o4) nachgewiesen werden konnte, ist die Ausbildung von kollateralen Gefäßen ausschließlich von der Strömungsgeschwindigkeit des Blutes abhängig.Tritt eine Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit ein,so erweitern sich die Arterien und es wird die Bildung von Kollateralen angeregt,bei einer Strömungsverlangsamung wird die Rückbildung von Gefäßanastomosen beobachtet.Daraus folgt,daß für die Behandlung der arteriellen Durchblutungsstörungen diejenigen Methoden am geeignetsten sind,die zu einer Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit führen.
Die Strömungsgeschwindigkeit nimmt dann zu,wenn das arterio-venöse Druckgefälle ansteigt.Unter Zugrundelegung der Beobachtungen von WIDMER und STAUB(114), daß die Kompression der Massage-Manschetten mit Druckstößen unterhalb und im Bereich des diastolischen Blutdruckes den intraarteriellen Druck anstiegen und den Venendruck unverändert läßt,sowie der rheographisch und oszillographisch gefundenen Amplitudenerhöhungen distal der Massage-Manschetten als Ausdruck einer plötzlichen Volumen- und Druckerhöhung,kann angenommen werden,daß die syncardiale Massage über eine Vergrößerung des a-v-Druckgefälles zur Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit und so zur Kollateralenbildung führt.

Ob aber die mechanische Beeinflussung der Kreislaufperipherie alleinige Wirkungsursache für den Erfolg der Syncardon-Behandlung ist,muß offen bleiben.Es ist verschiedentlich überlegt worden,ob nicht in gleichem Maße reflektorische(11,12,33,34,1o3,111)und humorale Faktoren(26,33)eine Rolle spielen.Eine wesentliche Bedeutung kommt ihnen nach den Untersuchungen von SCHOOP jedenfalls nicht zu.

4. Nebenwirkungen der Syncardon-Massage

Nebenwirkungen nach Syncardon-Massage sind selten. Neben oberflächlichen Phlebitiden(73)werden Reizzustände nach 3-4 Massagen(5),Kopfdruck,Extrasystolie und anginöse Beschwerden(68)sowie Amplitudenreduktion im Oszillogramm(112)beschrieben.Carotismassage kann zu Schwindelzuständen führen(1o).

5. Bisherige Beurteilung der Syncardon-Therapie

Der Behandlungserfolg der Syncardon-Massage wird,besonders bei organischen Erkrankungen,unterschiedlich beurteilt.Die Anwendung bei arteriosklerotischen Durchblutungsstörungen unter Einhaltung einer strengen Indikation ist aber ohne Zweifel nützlich und wird empfohlen(4,9,56,7o,71,82).RATSCHOW(89,9o,92)sieht in der Syncardon-Massage eine wertvolle Bereicherung der physikalischen Therapie.HESS(39)fand dagegen keine klinisch überzeugende Wirkung.
Bei gleichzeitiger Behandlung mit gefäßerweiternden Mitteln soll sich der Effekt syncardialer Massage verstärken(5,13).Auch scheinen funktionelle Erkrankungen auf Syncardon-Massage besser anzusprechen,als organische(5/3o).Es wurden aber nur ausnahmsweise Nachuntersuchungen angestellt.In der Regel wurde der Erfolg unmittelbar nach Behandlungsende beurteilt.
Ein zahlenmäßiger Vergleich aller in der Literatur angegebenen Behandlungsergebnisse ist nicht möglich, weil die Beurteilung nach unterschiedlichen Maßstäben, Untersuchungsmethoden und Krankengut erfolgte und teilweise neben der Massage eine medikamentöse Behandlung erfolgte.

C. Methodik/Eigene Untersuchungen zur Methodik

1. Kurze Übersicht über die üblichen Meßmethoden zur objektiven Beurteilung der Extremitätendurchblutung unter ausführlicher Stellungsnahme zur peripheren Längs-Rheographie als einer besonders brauchbaren Methode

Für die Diagnostik peripherer Durchblutungsstörungen sind Meßverfahren auf verschiedenartigster Grundlage entwickelt worden. Sie haben aber aus rein technischen Gründen oder wegen der Schwierigkeit exakter Auswertung nur teilweise praktische Bedeutung erlangt. Einzelne Methoden erfassen mehr funktionelle, andere mehr anatomische Gefäßverhältnisse.
Die bekanntesten sind:

1. Lagerungsprobe nach RATSCHOW mit Bestimmung des Schmerzpunktes, Auftretens starker Blässe, der Hyperämie- und der Venenfüllungszeit.
2. Gehprobe, Ergometerprobe, Treppenprobe, Zehenstandsübungen.
3. Haut-Thermometrie (Bestimmung der Hauttemperatur in Ruhe; thermische Belastungsproben).
4. Oszillographie und Oszillometrie.
5. Rheographie
6. Plethysmographie (Mechanische und lichtelektrische Pl.).
7. Arteriographie
8. Bestimmung der Gewebsclearance mit radioaktiven Substanzen.
9. Kapillarmikroskopie

Für die vorliegenden Untersuchungen schien die Rheographie besonders geeignet zu sein. Gute diagnostische Eigenschaften der Methode beim Nachweis peripherer Durchblutungsstörungen und Eignung als Routineverfahren

ließen die Frage zu,ob mit dem rheographischen Untersuchungsverfahren auch eine objektive Beurteilung des Behandlungserfolges nach syncardialer Massage möglich ist.

Prinzip der Methode ist die Registrierung elektrischer Leitfähigkeitsschwankungen in einem Meßbereich.Mit ihr lassen sich Volumenpulsationen,nicht aber Druckpulse, der großen und mittelgroßen Gefäße graphisch aufzeichnen,wenngleich eine strenge Trennung zwischen Druck- und Volumenpulskurven letztlich nicht möglich ist(66,87,98).Veränderungen des normalen Kurvenbildes gehen den degenerativen Gefäßprozessen parallel(65,97). Kurvenform und Rheographischer Quotient sind direkt abhängig vom Elastizitätsverlust der Gefäße.Damit erscheint die Rheographie vor allen anderen vergleichbaren Methoden bei kritischer Anwendung geeignet, besonders degenerative Angiopathien zu erfassen(63,65, 67,86,105).Sie erlaubt weiter die Unterscheidung funktioneller von organischen Erkrankungen nach pharmakologischen,thermischen sowie anderen Belastungsversuchen(6,48,49,53,86,98)und ist für die präoperative Gefäßdiagnostik geeignet(17,98).Außerdem lassen sich nach KAINDL und Mitar. sowie anderen(44,48,95,96, 97,98)Kollateralgefäße erkennen,die Reaktionsfähigkeit der Gefäße überprüfen(48,67),die Lokalisation einer Strömungsunterbrechung nachweisen(86,92,98),die Pulswellengeschwindigkeit bei gleichzeitiger Registrierung des EKG's ermitteln(49,92)und therapeutische Maßnahmen kontrollieren(49).Eine Parallelität zwischen rheographischem Befund und anatomischen Veränderungen nimmt KOSCH(97)auf Grund eigener Untersuchungen mit postoperativen Korrosionspräparaten als sicher an.

Vorteilhaft ist weiter,daß die Registrierung bei einfacher Handhabung mit einem nahezu trägheitslosen System vollautomatisch erfolgt.Kleine Meßbereiche (Finger,Zehen)können ebenso wie große untersucht werden,

periphere Pulse sicherer beurteilt und vor allem beginnende organische Gefäßprozesse erfaßt werden. Normale Füllungsschwankungen im Venensystem haben keinen Einfluß auf das Aussehen der Bein-Rheogramme(55).
Im Gegensatz zu oszillographischen Kurven erlauben die höheren Ausschläge im Rheogramm eine sichere Abgrenzung normaler von pathologischen Formen. Schmerzen, wie sie beim Messen mit oszillographischen Manschetten durch hohen Druck entstehen können, treten nicht auf. Beim Patienten werden durch die Methode keinerlei Reaktionen hervorgerufen(44).
Die Nachteile der Methode sind nicht größer, als auch bei anderen vergleichbaren Meßverfahren:
Die rheographische Pulswellenkurve läßt sich nicht in direkte Beziehung zu den quantitativen Durchblutungsverhältnissen einer Extremität setzen(5,5o,63,65,92). Bei organischen Erkrankungen läßt sich allein aus dem Rheogramm keine Differentialdiagnose hinsichtlich der Ursache für die arterielle Verschlußkrankheit stellen (44). Aus der "Besserung" des Rheogramms nach therapeutischen Maßnahmen lassen sich nur mit Einschränkungen Rückschlüsse auf eine verbesserte Durchblutung ziehen (6,44). Volumenschwankungen kleiner Haut- oder Muskelgefäße sind nicht zu erfassen(8,3o,59). Auch können nicht einzelne arterielle Gefäße rheographisch beurteilt werden, sondern nur die Vermehrung oder Verminderung aller Gefäßpulsationen im Meßbereich(65,67). Für die Registrierung ist Atemstillstand oder flache Atmung erforderlich.
Insgesamt gesehen, besitzt die Rheographie aber Vorteile gegenüber allen bekannten unblutigen Verfahren zur Registrierung peripherer Gefäßpulsationen bei qualitativ gleichwertigen Nachteilen.

2. Näheres über die Anwendung der Rheographie

1945 führten HOLZER,POLZER und MARKO die Rheocardiographie zur Untersuchung von Herzfunktionen ein.Die technische Weiterentwicklung der Methode durch POLZER und SCHUHFRIED erlaubte die Ausdehnung auf die Untersuchung peripherer Gefäße.JANTSCH(195o)nannte das Verfahren Rheosphygmographie,KERSCHNER(195o) Rheoangiographie und KAINDL(1954) Rheographie.

Prinzip der Methode ist die Registrierung elektrischer Leitfähigkeitsschwankungen in einem Meßbereich. Der elektrische Widerstand eines Körperteiles ändert sich in Abhängigkeit von pulsatorischen Blutvolumenschwankungen.Eine Vermehrung des Volumens im Meßbereich während der Gefäßsystole führt durch Zunahme der Leitfähigkeit zu einem Sinken des OHMschen Widerstandes,eine Verminderung in der Gefäßdiastole zu einem Steigen.Diese Verhältnisse bestimmen hauptsächlich den rheographischen Kurvenverlauf.NYBOER (zit.nach 5o) fand nämlich bei Untersuchungen am isolierten Froschherzen,daß Blut besser leitet,als das es umgebende Gewebe.Das Verhalten der Amplitude ist Ausdruck der Widerstandsänderung,die pro Volumenpuls ca 1/1ooo des Grundwiderstandes im Meßbereich beträgt(44,51,63,88).

Nach KAINDL,POLZER und SCHUHFRIED(5o)unterscheidet man für die rheographische Untersuchung arterieller Extremitäten-Gefäße eine periphere Längs- und Quer-Rheographie.
Bei der Längs-Rheographie werden Rheogramme ganzer Extremitäten oder einzelner Gliedmaßenabschnitte aufgezeichnet.
Mit der Quer-Rheographie soll nach KAINDL und Mitar. (5o)eine genaue Lokalisation von Gefäßverschlüssen möglich sein.Es scheint jedoch schwierig zu sein,

verwertbare Quer-Rheogramme zu erstellen(65,66,67). Neuerdings wurde von KAINDL,POLZER und SCHUHFRIED (1961)eine Druck-Rheographie (52),die besseren Einblick in das funktionelle Verhalten der peripheren Kreislaufzirkulation gestatten soll.Prinzip ist die Kombination der einfachen Längs- oder Quer-Rheographie mit der Ausübung eines Kompressionsdruckes proximal des Meßbereiches.
Weiter werden an Verwendungsmöglichkeiten der Methode die Schädelrheographie,Brustwandrheokardiographie, Halsvenenrheographie,sekundäre rheographische Blutdruckmessung und Leberpulsschreibung beschrieben. Auf Grund experimenteller Versuche hält MATZDORFF(64) aber nur die Anwendung der Gliedmaßen-Rheographie für wertvoll und genügend fundiert.

3. Die verwendete Apparatur und ihre Anwendung unter der vorliegenden Fragestellung

Die verwendete Apparatur (Abb.2)

Für die vorliegenden Untersuchungen stand ein Doppel-Rheograph nach SCHUHFRIED(Wien)zur Verfügung,der aus je einem Generator,einer WHEATSTONschen Brücke mit nachgeschaltetem Transformator und einem Gleichrichter besteht.Gegenüber Einzel-Rheographen hat er den Vorteil, daß verschiedene Gliedmaßenabschnitte synchron rheographiert werden können.
Mit hochfrequenten Wechselströmen von 2o ooo bis 3o ooo Hz als Trägerspannung und einer Stromstärke von 1o bis 2o mAmp wird der Gewebswiderstand eines Meßbereiches und seine Änderung in Abhängigkeit vom Pulsvolumen gemessen.Wechselstrom dieses Frequenzbereiches vermeidet Polarisationseffekte und verringert den Übergangswiderstand der Haut.Damit mißt man nur noch den Widerstand des Gewebes unter der Haut.Die geringe Stromstärke vermeidet sensible Nebenerscheinungen.

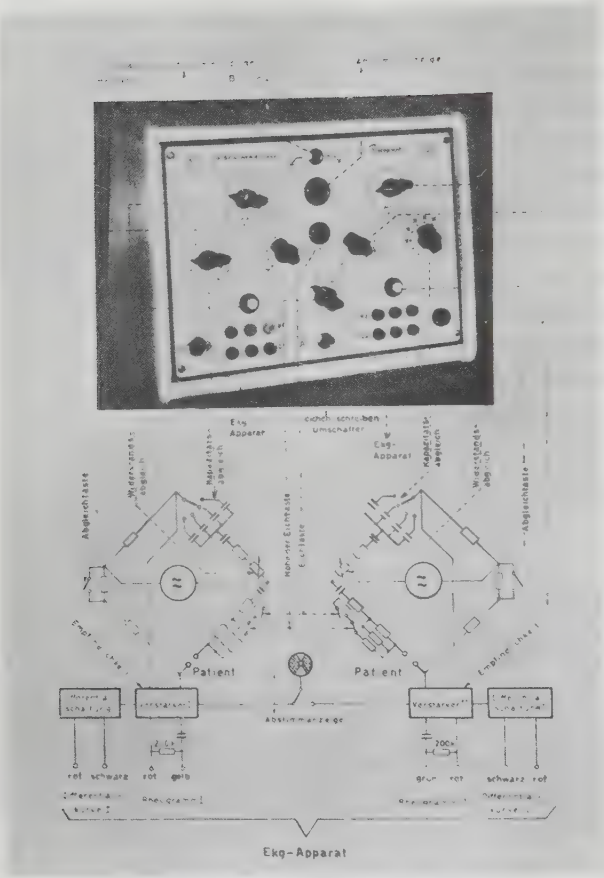


Abb.2 : Gesamtansicht und Schaltschema des Doppel-Rheographen(Hersteller:Dr.Schuhfried,Wien IX)aus KAINDL,POLZER und SCHUHFRIED: "Rheographie,eine Methode zur Beurteilung peripherer Gefäße",Steinkopff,Darmstadt 1959.

Um gegenseitige Störungen zu verhüten,arbeiten beide Meßbrücken mit unterschiedlicher Wechselspannung. In einen Zweig der WHEATSTONschen Brücke ist der Patient über zwei Elektroden eingeschaltet,in einen anderen ein regelbarer Drehwiderstand und eine abgleichbare Kapazität.Vor jeder Registrierung von Rheogrammen muß die Brücke durch den veränderlichen OHMschen Widerstand und die Kapazität abgeglichen werden,um für jede Messung gleiche Ausgangsbedingungen zu schaffen.Über eine Abgleichtaste erreicht man durch Einschalten eines Widerstandes eine Brückenverstimmung,wie sie zu jeder Registrierung notwendig ist.Zum Patienten in Reihe liegt ein zweiter OHMscher Widerstand,der durch mehrere paralellgeschaltete Widerstände verkleinert werden kann.Mit ihm wird durch Tastendruck eine Eichzacke von variabler Größe (o,o5 - o,1 - o,5 - 1,o Ohm)im Rheogramm erzeugt. Sie dient durch Vergleich mit der Amplitudenhöhe zur Bestimmung der Größe der Widerstandsänderung.
Nach Verstärkung in einem Transformator wird die Meßfrequenz von der Trägerspannung demoduliert und anschließend gleichgerichtet.Die so erhaltenen pulsatorischen Gleichspannungen werden in einem EKG-Gerät aufgezeichnet.Wir benutzten dafür den Siemens-Cardirex 7,einen Direktschreiber,der eine sofortige Beurteilung der Rheogramme und synchrone Aufzeichnung der Pulskurven zweier Extremitätenabschnitte,des Elektrokardiogramms und Herzschalls zu Vergleichszwecken zuläßt.Als besonders nützlich erwies sich die große Schreibamplitude dieses Düsenschreibers für die Registrierung von Rheogrammen während syncardialer Massage.

Anwendung der Apparatur unter der vorliegenden Fragestellung

Alle Untersuchungen wurden mit einem normalen Serien-Rheographen durchgeführt.

Grundsätzlich wurden in eigenen Untersuchungen nur Längs-Rheogramme in liegender Stellung der Patienten und möglichst völlig entspanntem Zustand registriert, sowie Oberschenkel, Unterschenkel und Füße getrennt untersucht.

Als Elektroden wurden ca 2 cm breite und verschieden lange Metallbänder mit einem Leinenüberzug verwendet, die dem Umfang der unterschiedlich starken Gliedmaßen angepaßt werden können. Als Kontaktmittel diente eine Sodalösung.

Die Ringelektroden wurden in der von MATZDORFF(65) angegebenen Weise so angelegt:

Oberschenkel:	4 Querfinger unter dem Damm
	4 Querfinger unter der Mitte der Kniescheibe
Unterschenkel:	4 Querfinger unter der Mitte der Kniescheibe
	4 Querfinger über dem Knöchel
Füße :	4 Querfinger über dem Knöchel
	1 Querfinger über dem Zehenansatz

Es wurde darauf geachtet, daß die Elektroden an der ganzen Circumferenz Kontakt hatten und nicht zu venösen Stauungen führte. Gelenkflächen wurden ausgespaart, weil hier eine genügend gute Befestigung nicht garantiert ist.

Die Rheogramme wurden nur bei Atemstillstand oder flacher Atmung aufgezeichnet. Tiefe Atmung führt zu einer starken Verschiebung der Basislinie des Rheogramms. Man versteht darunter die Verbindung der Fußpunkte der Pulskurven. Sowohl Kurvenform als auch

Meßwerte zur Berechnung des "Rheographischen Quotienten" und des "Relativen Pulsvolumens" können dadurch geändert werden.
Lag ein Tremor vor,wurden Sandsäcke zum Fixieren und Abstützen der Gliedmaße verwendet.
Um für jede Untersuchung auch apparativ vergleichbare Ausgangsbedingungen zu schaffen,wurden beide Meßbrücken des Rheographen so abgestimmt,daß die Verstärkung der Spannungsschwankungen seitengleich erfolgte.Bei Eichstellung des Gerätes entsprach ein Eichimpuls von o,o5 Ohm auf beiden Brücken einer Eichzackenhöhe von genau 1 cm.Während der Messung ergeben allerdings Eichimpulse von o,o5 Ohm bei Grundwiderständen über 1oo Ohm kleinere Eichzacken,bei Grundwiderständen unter 1oo Ohm größere Eichzacken als 1 cm (66).Für diese Erscheinungen ist die Art der Schaltung verantwortlich zu machen.

4. Beurteilung der Rheogramme

Die Beurteilung rheographischer Kurven ist nach ihrer Form und rechnerisch durch Bildung eines Quotienten möglich.Auch der Versuch planimetrischer Auswertung ist gemacht worden(16,58).

Für die Beurteilung der Kurvenform haben sich folgende Kriterien als nützlich erwiesen:

1. Amplitudenhöhe der Pulswellenkurve
2. Steilheitsgrad des Kurvenanstieges
3. Form des Kurvengipfels
4. Ausbildung der Nachwellen
5. Zeitliche Verhältnisse zwischen symetrischen Gliedmaßenabschnitten.

Charakteristisch für eine normale rheographische Kurve sind: Steiler systolischer Anstieg der Pulskurve,eine hohe Amplitude,enger,spitzer Kurvengipfel und eine oder

mehrere deutlich ausgebildete Nachwellen im absteigenden Kurvenast.
Als pathologisch im Sinne einer Arteriosklerose sind solche rheographischen Kurvenbilder zu werten, die einen abgeflachten Anstieg, eine breite bis plateauförmige Kurvenspitze, eine nur niedrige Amplitude und keine Nachwellen haben. Liegt ein Gefäßverschluß vor, sind mitunter nur noch Basismodulationen zu erkennen. Daneben werden noch der Spastische-, Vasodilatations- und Kollateralentyp beschrieben(52,87).

Zur rechnerischen Auswertung wurde 1958 von JANTSCH(44) ein "Rheographischer Quotient" angegeben, der den Zusammenhang zwischen dem Ohmschen Grundwiderstand des Meßbereiches und der pulsatorischen Widerstandsänderung bei Längs-Ableitungen zum Ausdruck bringen soll. Zur Berechnung müssen folgende Faktoren bekannt sein:

A = Amplitude der Pulswelle in mm
Ew = Eichwert in Ohm
Ez = Eichzackenhöhe in mm
R = Grundwiderstand im Meßbereich in Ohm

Es ergibt sich die Beziehung:

$$RQ = \frac{A \cdot Ew \cdot 1000}{Ez \cdot R}$$

In diese Formel ist von MATZDORFF(63) zur Elimination der unterschiedlichen Pulsfrequenzen die Pulsperiodendauer als Abstand zwischen zwei R-Zacken des Elektrokardiogrammes in mm und die Papiergeschwindigkeit des Elektrokardiographen in mm/sec mit einbezogen worden. Damit erweitert sich die Formel nach JANTSCH so:

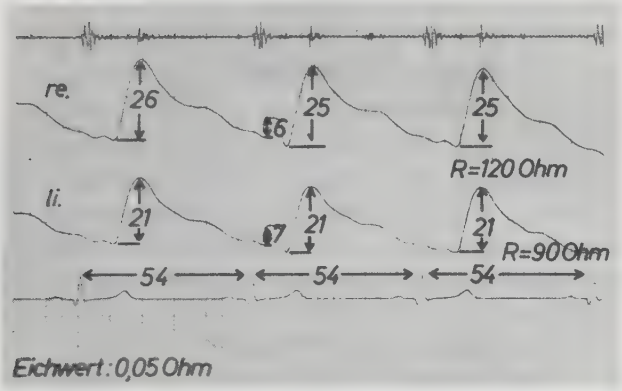
$$RQ = \frac{A \cdot Ew \cdot 1000 \cdot S}{Ez \cdot R \cdot T}$$

Es bedeuten:

S = Papiergeschwindigkeit in mm/Sek
T = Pulsperiodendauer in mm
(Abstand zweier R-Zacken im EKG)

Der Umrechnungsfaktor "1ooo" dient offenbar nur dazu, den Quotienten in einer praktischeren Größenordnung auszudrücken.

Abb.3 : Beispiel zur Berechnung des Rheographischen Quotienten(nach MATZDORFF).
Längsrheogramme beider Unterschenkel einer 21-jährigen,männlichen,gesunden Versuchsperson.



Rechter Unterschenkel:

$$RQ = \frac{25 \cdot 0{,}05 \cdot 1000 \cdot 50}{6 \cdot 120 \cdot 54} = 1{,}65$$

Linker Unterschenkel:

$$RQ = \frac{21 \cdot 0{,}05 \cdot 1000 \cdot 50}{7 \cdot 90 \cdot 54} = 1{,}55$$

Eine weitere Formel zur Amplitudenauswertung der Rheogramme ist das "Relative Pulsvolumen(P_R)" nach KAINDL,POLZER und SCHUHFRIED(51,88).Unter Benutzung der Formel nach JANTSCH wird auch hier die Herzfrequenz in den Quotienten mit einbezogen.
Die Formel des P_R lautet:

$$P_R = \frac{A}{R \cdot T}$$

Es bedeuten:

A = Amplitude der Pulskurve in mOhm
R = Ohmscher Grundwiderstand in Ohm
T = Entfernung der Kurvengipfel voneinander

Dazu einige kritische Bemerkungen:

1. Zunächst erscheint die P_R-Formel kürzer,als die zur Berechnung des Rheographischen Quotienten.Das könnte für die Praxis vorteilhaft sein.Um aber,nach KAINDL und Mitar.,die Amplitude der Pulswellen in Milliohm und die Entfernung T von Kurvengipfel zu Kurvengipfel in Sekunden anzugeben,sind zwei Nebenrechnungen notwendig:

   a. $A(mOhm) = \frac{A(mm) \cdot Ew}{Ez}$

      Ew = Eichwert in Ohm
      Ez = Eichzackenhöhe in mm

   b. $T(Sek) = T(mm) \cdot b$

      b = ist ein Umrechnungsfaktor,der von der jeweils verwendeten Papiergeschwindigkeit abhängig ist. Bei einer Papiergeschwindigkeit von 5o mm/Sek würde b = o,o2 Sek/mm sein.

Weiter wird von den Autoren empfohlen,die Amplitude (A)in Milliohm und den Grundwiderstand(R)in Ohm in dieselbe Formel einzusetzen.So soll vermieden werden, daß man Rechenwerte in der Größenordnung von $1o^{-3}$ erhält.Mathematisch exakt kann die Formel aber nur sein,wenn Dividend und Divisor gleiche Maßeinheiten aufweisen.Es sollten daher Grundwiderstand und Amplitude in Ohm ausgedrückt und anschließend der Quotient mit 1ooo multipliziert werden.Das hat zwar keine praktische Bedeutung,erklärt aber den zunächst in der Literatur(51)vermuteten Fehler.

2. Die Messung von T kann schwierig und unexakt werden, wenn man solche Rheogramme auswerten soll,die einen breiten,plateauförmigen Kurvengipfel haben oder wenn stark gerundete Kurvengipfel vorliegen,weil dann konkrete Meßpunkte fehlen.Es läßt sich weder ein Amplitudenmaximum des Kurvengipfels noch der Umschlagspunkt des systolischen Anstieges in den breiten Kurvengipfel bestimmen.Nur dann,wenn es sich um normale Kurven mit deutlich spitzem Kurvengipfel handelt,ist die Bestimmung einfach.
   Dagegen läßt sich für die Berechnung des Rheographischen Quotienten T als Abstand zweier R-Zacken aus dem EKG leicht bestimmen.
3. Zwischen dem Relativen Pulsvolumen und dem Rheographischen Quotienten nach MÄTZDORFF besteht außer der Bezeichnung kein Unterschied.Das gilt auch für den Aussagewert.
   Die Identität beider Formeln soll kurz nachgewiesen werden:
   Setzt man für A(mOhm)die Formel a. und für T(Sek) die Formel b.(Seite 28)in die P_R-Formel ein,ergibt sich:

$$P_R = \frac{A \cdot Ew \cdot 1000}{R \cdot T \cdot b \cdot Ez}$$

Vergleicht man die Formel des Relativen Pulsvolumens mit der Formel des Rheographischen Quotienten,wie sie oben angegeben wurde,dann zeigt sich,daß es sich bei beiden um gleichartige Faktoren in gleichen Maßeinheiten handelt.(S des RQ und b des P_R entsprechen sich).
Es ist also grundsätzlich gleichgültig,welche der Formeln zur Auswertung verwendet wird.Bei allen vorliegenden Untersuchungen wurde jeweils der RQ in der von MATZDORFF angegebenen Weise errechnet.

4. Bei der Angabe des P_R in "Promille" handelt es sich nicht um eine Maßeinheit.Darunter kann nur verstanden werden,daß der eigentliche Wert des Quotienten mit 1ooo multipliziert wurde.
Die eigentliche Dimension muß Sek^{-1} lauten.

Normalerweise liegen die Rheographischen Quotienten und Relativen Pulsvolumen bei gesunden Personen zwischen o,5 und 2,o.Werte unter o,5 finden sich bei Durchblutungsstörungen,Werte über 2,o errechnet man ausnahmsweise bei Gefäßerschlaffungstypen mit sehr hohen Amplituden (5o).Sie sind bei eigenen Versuchen nach thermischer Belastung durch Lichtbögen beobachtet worden.

5. Physiologische Variationsbreite der rheographischen Kurvenform

Für die Beurteilung von Rheogrammen vor und nach Syncardon-Behandlung war es notwendig,alle Kriterien, denen die Bewertung unterlag,auf ihre physiologische Variationsbreite und ihren Aussagewert zu prüfen. Dazu wurden Untersuchungen sowohl an gefäßgesunden als auch -kranken Personen vorgenommen.

Die physiologische Variationsbreite des rheographischen Kurvenbildes ist Ausdruck der Variabilität aller der Faktoren,die die Durchblutung peripherer Gefäße beeinflußen.Das sind nach KAINDL(48):

1. Der Blutdruck
2. Die Herzfrequenz
3. Das Schlagvolumen
4. Minutenvolumen
5. Gefäßwandtonus

Es ist öfters versucht worden,eine Abhängigkeit der Veränderungen im Rheogramm von der isolierten Änderung nur eines Faktors bei gleichbleibenden anderen Faktoren nachzuweisen.Das ist am Modell nur sehr schwer möglich, in vivo aber praktisch nicht durchführbar,weil die Beeinflussung einer Kreislaufkomponente alle anderen mitverändert.
Aufgabe dieser Untersuchungen war aber nicht der Nachweis einer Abhängigkeit typischer Veränderungen von dafür verantwortlichen Größen,sondern allein die Abgrenzung eines physiologischen Bereiches von Form- und Quotienten-Veränderungen.

Versuchsreihen

1. Zunächst wurde bei 1o gefäßgesunden Personen im Alter von 24 bis 57 Jahren nach einer ersten rheographischen Untersuchung eine zweite frühestens nach 14,spätestens nach 7o Tagen durchgeführt.Es handelte sich ausschließlich um Männer,die ihrer regulären Arbeit nachgingen und keine Schwerarbeit leisteten.Medikamente wurden während der Beobachtungszeit nicht zu sich genommen.
   Folgende Veränderungen der Kurvenform waren zwischen der ersten und der Kontrolluntersuchung festzustellen (Abb.4 - 11):

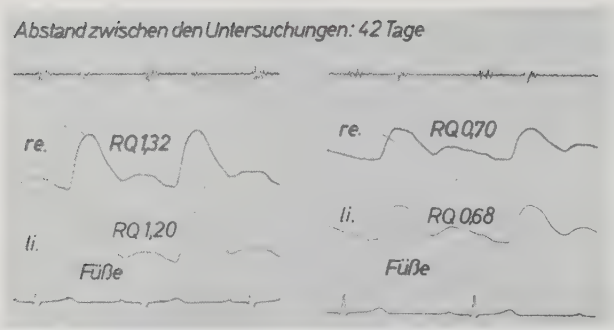


Abb.4 : K.B.,35 Jahre
Sowohl rechts als auch links haben sich breite Kurvengipfel mit reduzierten Amplituden und leicht abgeflachtem Anstieg anstelle eines spitzen Kurvengipfels mit hohen Amplituden und steilerem Anstieg ausgebildet.

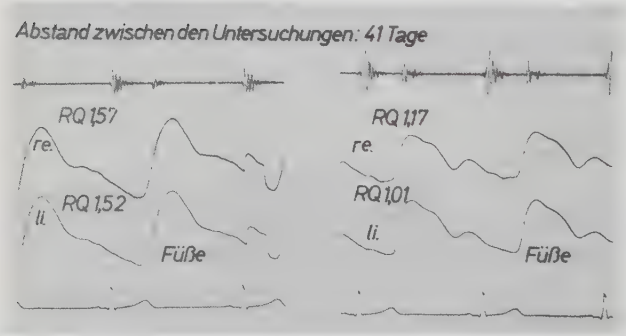


Abb.5 : F.H.,31 Jahre
Spitzer Kurvengipfel und kaum ausgeprägte Nachwellen sind durch eine plumpe Gipfelform und deutliche Nachwellen ersetzt.

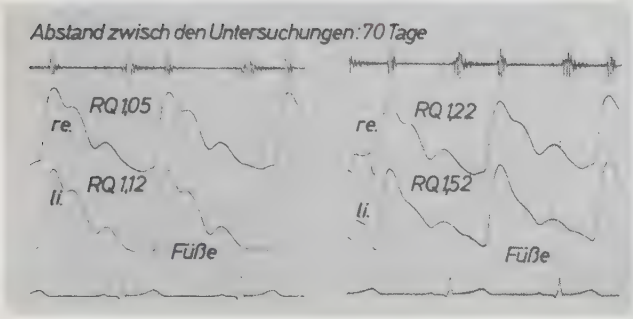


Abb.6 : L.W.,33 Jahre
Die Rheogramme des linken Fußes zeigen eine deutlich veränderte Winkelform zwischen dem absteigenden Kurvenast der einen und dem ansteigenden der nächsten Kurve.Das Nachwellenbild links variiert.

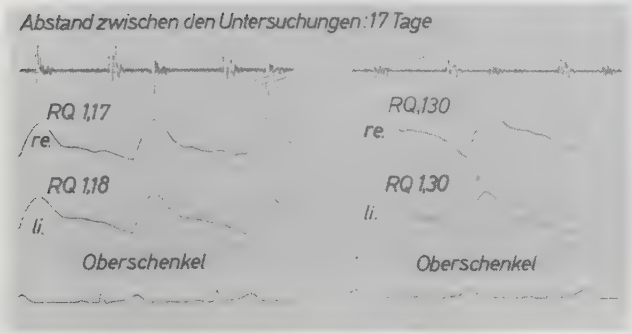


Abb.7 : P.P.,24 Jahre
An Stelle eines schwach modulierten absteigenden Kurvenastes rechts tritt eine konvexe Ausbuchtung.

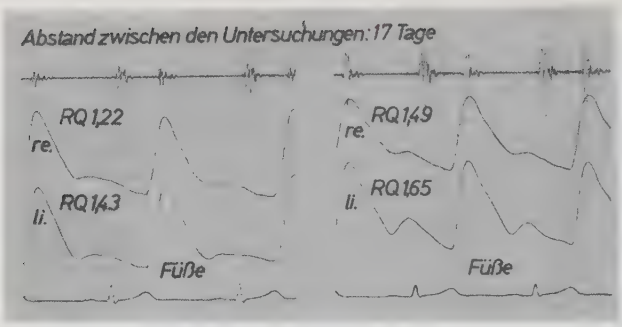


Abb.8 : P.P.,24 Jahre
Das Rheogramm des linken Fußes läßt nach 17 Tagen eine deutlicher ausgeprägte Nachwelle erkennen.

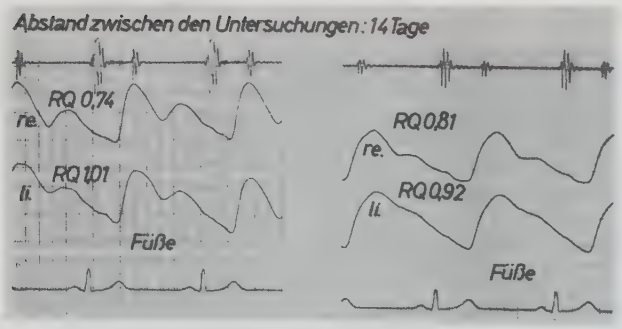


Abb.9 : Th.H.,35 Jahre
Bei unveränderter Frequenz tritt eine Verplumpung des gesamten Kurvenbildes auf.

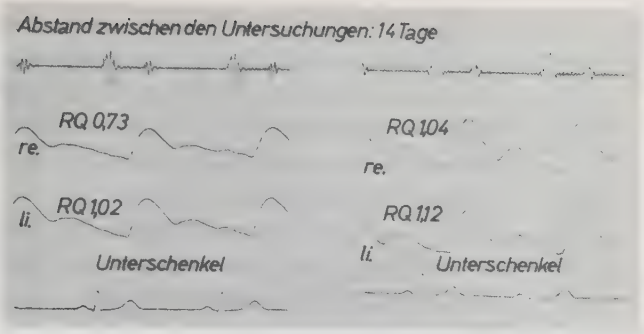


Abb.1o : Th.H.,35 Jahre
Die Rheogramme beider Unterschenkel zeigen Veränderungen der Amplitudenhöhe und der Nachwellen.

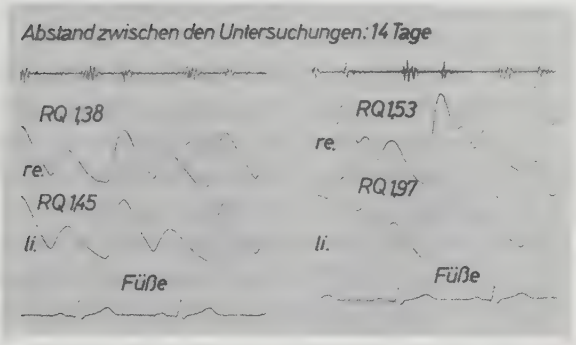


Abb.11 : M.F.,38 Jahre
Die Anzahl der Nachwellen variiert.

1. Die Amplitudenhöhe der Pulskurven gleicher Gliedmaßenabschnitte war verändert,an symetrischen Extremitätenabschnitten traten,bei der ersten Untersuchung nicht vorhandene, geringfügige Seitenunterschiede auf und verschwanden oder wechselten.
2. An die Stelle eines konkav gerundeten systolischen Anstieges trat ein gerader,steiler Anstieg und umgekehrt.
3. Runde Kurvengipfel wurden spitz und umgekehrt, z.T.stark verbreitert.
4. Nachwellen variierten in Form,Amplitudenhöhe, Anzahl und Ansatzort.Aus hochgezogenen wurden tiefsitzende Nachwellen,ein undetaillierter absteigender Kurvenast wurde detailliert.Wo anstelle gut ausgeprägter Nachwellen nur angedeutete auftraten,kam es z.T.zu Kurvenverbreiterungen.
5. Der Übergang zwischen dem absteigenden Kurvenast der einen Pulswelle und dem ansteigenden der nächsten variierte zwischen z.T.unter die Basislinie gezogenen Übergängen und zur Basislinie fast senkrechten Anstiegen.

Übereinstimmend kommt die größte Variationsbreite im Fußbereich vor,während die Formen des Oberschenkels weitgehend konstant sind.

2. Bei 3 weiteren gefäßgesunden Personen wurden über insgesamt 6 Tage die Kurvenformen der Beinrheogramme auf ihre physiologische Schwankung untersucht.Alle wurden wegen eines Ulcus duodeni oder U.ventrikuli stationär behandelt,erhielten aber in der Beobachtungszeit keine Medikamente und durften ganztägig aufstehen.Ihr Alter betrug 18,39 und 57 Jahre.Im Gegensatz zu der unter 1. aufgeführten Personengruppe leisteten sie keine Arbeit.

Verglichen wurden die täglich zur gleichen Zeit und unter gleichen Bedingungen registrierten Rheogramme.

In unterschiedlich starkem Maße variierten:

1. Die Amplituden der Pulskurven
2. Der Steilheitsgrad des Kurvenanstieges
3. Die Kurvengipfelform
4. Nachwellenform, -zahl und -ansatzhöhe
5. Der Winkel zwischen absteigendem Kurvenast der einen und aufsteigendem der nächsten Welle
6. Die Seitenunterschiede der Amplitudenhöhen

Unverändert blieben allein die zeitlichen Verhältnisse sich entsprechender Rheogramm-Abschnitte, vor allem der Beginn des rechten und linken Kurvenanstiegs. Signifikante Formänderungen fanden sich selten und dann meist in den Fuß-Rheogrammen (Abb. 12). Das ist aber möglicherweise darauf zurückzuführen, daß die Tonusschwankungen der Gefäße nach mehrwöchiger Bettruhe geringer sind, als bei täglichen Arbeitsleistungen.

3. Analog zur Versuchsreihe 2 wurde die Kurvenform einer 72-jährigen, männlichen, gefäßkranken Person mit einem Ulcus ventrikuli über 6 Tage auf ihre normale Schwankungsbreite untersucht.
Auffallend war die Konstanz der rheographischen Kurvenform und der Amplitudenhöhe im Vergleich zu gefäßgesunden Versuchspersonen. Die Rigidität skle rotisch veränderter Gefäße erklärt den Befund.
Als Beschwerden wurden lediglich Parästhesien angegeben.

Faßt man die Beobachtungen der Versuchsreihen 1 und 2 zusammen, müssen folgende Veränderungen als physiolo-

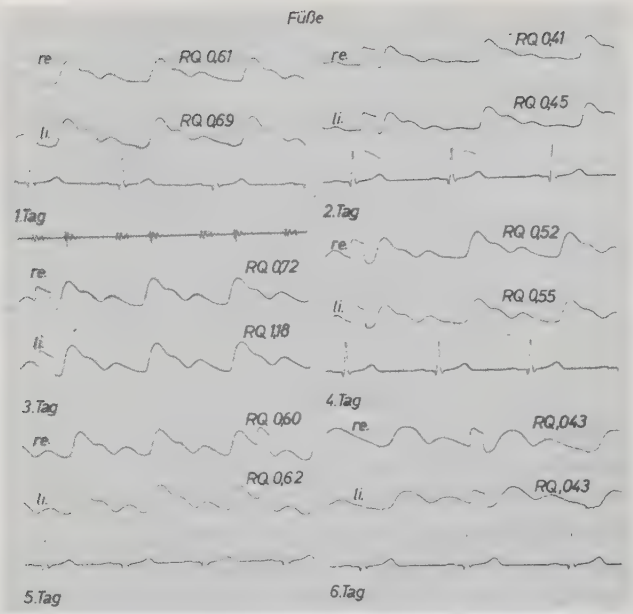


Abb.12 : Z.J.,18 Jahre,männl.
Verhalten der Kurvenform von Längs-Rheogrammen beider Füße über 6. Tage

gisch angesehen werden:

1. Amplitude der Pulskurven: Sie kann größer und kleiner werden,Seitendifferenzen zwischen sich entsprechenden Gliedmaßenabschnitten des rechten und des linken Beines können aufgehoben sein.(Es handelt sich bei den Seitendifferenzen meist nur um geringe Unterschiede).
2. Der systolische Anstieg kann sowohl konkav gerundet,als auch gerade und steil sein.Der Steilheitsgrad des Anstieges war aber weitgehend konstant.

3. Form des Kurvengipfels: Sie variiert zwischen spitz und rund bis breit,aber in der Regel nicht plateauförmig.
4. Nachwellen variieren in Amplitudenhöhe,Form, Zahl und Ansatzhöhe.
5. Der Übergang zwischen absteigendem Kurvenast der einen Pulskurve und dem ansteigenden der nächsten kann variieren zwischen runden,z.T. unter die Basislinie gezogenen Übergängen und rechtwinkligem Abgang des ansteigenden Kurvenastes von dem vorangegangenen absteigendem.

Weitgehend konstant waren nur die zeitlichen Verhältnisse des Pulswellenbeginns synchron geschriebener Rheogramme.An den Füßen waren die Formdifferenzen am größten,am Oberschenkel am kleinsten.

Auch bei dem Patienten mit peripher-arteriellen Durchblutungsstörungen waren Variationen der Kurvenform nachweisbar.Gegenüber Gesunden ist die Schwankungsbreite gefäßkranker Personen aber geringer und vom Schweregrad der Erkrankung abhängig.

6. Physiologische Variationsbreite des Rheographischen Quotienten(RQ)

Die Berechnung des RQ,der den Zusammenhang zwischen Ohmschen Grundwiderstand des Meßbereiches und der pulsatorischen Widerstandsänderung zum Ausdruck bringen soll,wird vorgenommen,um die erhaltenen rheographischen Meßergebnisse zu objektivieren,Rückschlüsse auf die Durchblutungsgröße ziehen,Kurvenbilder sicherer beurteilen zu können und exakte Vergleichsgrundlagen für Verlaufsbeobachtungen zu schaffen.

Den folgenden Untersuchungen wird vorangestellt,daß der RQ als direktes Maß für die absolute Durchblutungsgröße nicht gelten kann.Das schließt seine Verwendungsfähigkeit zunächst noch nicht aus.Es bleibt zu prüfen, ob

1. die Berechnung des Quotienten dort hilft,wo die Beurteilung der Kurvenbilder ausschließlich nach Formkriterien eine Entscheidung zwischen normalen und pathologischen Rheogrammen nicht zuläßt,
2. das Verhalten des Quotienten Verlaufsbeobachtungen erlaubt.

Für alle rechnerischen Rheogramm-Auswertungen wurde der Rheographische Quotient(MATZDORFF)benutzt.Es ist schon nachgewiesen worden,daß die Verwendung des Relativen Pulsvolumens keinen Vorteil gegenüber der Verwendung des RQ bietet.
Allgemein werden rheographische Quotienten zwischen o,5 und 2,o als normal,unter o,5 als pathologisch angesehen.In der Literatur fehlen aber bisher Angaben darüber,ob

1. die Größe des normalen RQ-Wertes gefäßgesunder Personen altersabhängig ist,
2. eine physiologische Streuungsbreite besteht, wie groß sie ist und ob sie bei der Auswertung beachtet werden muß,
3. in welchen Größenordnungen sich die Streuungsbreite in den einzelnen Altersgruppen bewegt.

Es wurden deshalb Normalbereiche,Mittelwerte und Streuungsbreite 9o gefäßgesunder Personen aller Altersklassen errechnet und in 5 Versuchsreihen die Streuung des RQ bestimmt.Darüber hinaus wurde die Veränderlichkeit aller am Quotienten beteiligten Faktoren geprüft.

I. Normalbereich, Mittelwert und Streuungsbreite von 9o gefäßgesunden Personen

Die Rheographischen Quotienten der 9o gefäßgesunden Personen wurden für beide Beine, getrennt nach Seiten, Gliedmaßenabschnitten und Altersgruppen errechnet und deren arithmetische Mittelwerte, Standardabweichungen und Normalbereiche bestimmt.

a) Auswahl der Patienten

Es wurden nur solche Personen ausgewählt, die nach klinischer Untersuchung, subjektiven Angaben und Kurvenbild der Rheogramme gefäßgesund waren.
Um den physiologischen Charakter der Wertetabelle zu rechtfertigen, ist auf die Erstellung "optimaler" Normalwerte bewußt verzichtet und sind "durchschnittliche" Normalwerte errechnet worden. Deshalb sind in der Gruppe der 7o - 79 jährigen die Rheographischen Quotienten von 4 Personen enthalten, die subjektiv völlig beschwerdefrei sind, deren Rheogramme aber der Form nach als Grenzfall zwischen physiologischem und beginnendem arteriosklerotischen Kurvenverlauf gewertet werden muß. Auch in weiteren klinischen Untersuchungen war kein sicherer pathologischer Befund zu erheben.

b) Rechenformeln

Berechnet wurden arithmetischer Mittelwert, Streuung, Standardabweichung und Normalbereich mit Formeln aus DOCUMENTA - GEIGY/Wissenschaftliche Tabellen - Ausgabe 1955.

Arithmetischer Mittelwert($\bar{x}$)

$$\bar{x} = \frac{1}{N} S(x)$$

N = Anzahl der Einzelwerte

$S(x) = x_1 + x_2 + x_3 \ldots$

Streuung(s^2)

Die Streuung einer Stichprobe ist definiert als der Quotient aus der Summe aller ins Quadrat erhobenen Abweichungen der Einzelwerte vom Mittelwert, dividiert durch die um 1 verminderte Gesamtzahl N der Einzelwerte.

$$s^2 = \frac{1}{N - 1} \left(S(x^2) - \bar{x}\, S(x) \right)$$

Standardabweichung(s)

Die Standardabweichung ist das Maß für die Abgrenzung des Normalbereiches.

$$s = \sqrt{s^2}$$

Normalbereich

Der Normalbereich, bestimmt aus dem arithmetischen Mittelwert und der Standardabweichung, umfaßt den größten Teil der normalen Variationen.

$$\text{Normalbereich} = \bar{x} \pm 1s$$

Entgegen der in der Medizin gebräuchlichen Form von $\pm$ 2s ist bei unseren Berechnungen dem Mittelwert der einfache Wert der Standardabweichung addiert und subtrahiert worden, weil Werte, die im Bereich von $\bar{x} \pm$ 2s liegen, der Kurvenform nach nicht mehr als normal angesehen werden können.

c) Anzahl der untersuchten Personen und Gliedmaßenabschnitte

Anzahl der untersuchten Personen 9o
Personen pro Altersgruppe 15
Gesamtzahl aller Rheographischer Quotienten. 54o
Zahl aller RQ pro Altersgruppe mit 15 Perso. 9o

Zahl aller RQ pro Gliedmaßenabschnitt und Altersgruppe mit 15 Personen ohne Seitenunterschiede 3o

Zahl aller RQ pro Gliedmaßenabschnitt und Altersgruppe einer Seite 15

d) Ergebnisse

1. Zwischen den Mittelwerten und den Standardabweichungen der einzelnen Altersgruppen bestehen keine größeren Differenzen. Lediglich in der Gruppe der 3o - 39 jährigen fällt eine hohe Standardabweichung auf, wie Tabelle 1 erkennen läßt:

Tabelle 1 : Arithmetische Mittelwerte($\bar{x}$) und Standardabweichungen(s) Rheographischer Quotienten aus sich entsprechenden Gliedmaßenabschnitten des rechten und linken Beines, getrennt nach Dezenien

Alter		Oberschenkel	Unterschenkel	Füße
2o - 29	$\bar{x}$	1.16	1.o2	o.79
	s	± o.23	± o.28	± o.27
3o - 39	$\bar{x}$	1.24	1.18	1.oo
	s	± o.53	± o.51	± o.36
4o - 49	$\bar{x}$	1.17	1.o6	o.79
	s	± o.24	± o.23	± o.37
5o - 59	$\bar{x}$	1.o6	1.o8	o.74
	s	± o.23	± o.36	± o.26
6o - 69	$\bar{x}$	1.o3	o.97	o.73
	s	± o.27	± o.22	± o.21
7o - 79	$\bar{x}$	1.o2	1.oo	o.72
	s	± o.23	± o.28	± o.3o

2. Differenzen der Mittelwerte und Standardabweichungen zwischen sich entsprechenden Gliedmaßenabschnitten des rechten und linken Beines sind in allen Altersklassen nicht signifikant(Tabelle 2 Seite 44).
3. Die arithmetischen Mittelwerte sind im Oberschenkelbereich stets größer als im Fußbereich.

Tabelle 2 : Arithmetische Mittelwerte($\bar{x}$) und Standardabweichungen(s) Rheographischer Quotienten des rechten und linken Beines, getrennt nach Seiten, Gliedmaßenabschnitten und Altersklassen

Alter		Oberschenkel		Unterschenkel		Füße	
		re	li	re	li	re	li
2o - 29	$\bar{x}$	1.14	1.18	1.01	1.03	0.77	0.79
	s	±o.19	±o.25	±o.24	±o.1o	±o.3o	±o.3o
3o - 39	$\bar{x}$	1.3o	1.18	1.17	1.19	0.96	1.03
	s	±o.49	±o.43	±o.53	±o.52	±o.35	±o.3e
4o - 49	$\bar{x}$	1.18	1.16	1.09	1.03	0.79	0.78
	s	±o.28	±o.2o	±o.25	±o.21	±o.38	±o.39
5o - 59	$\bar{x}$	1.07	1.05	1.08	1.09	0.76	0.73
	s	±o.2o	±o.22	±o.31	±o.33	±o.27	±o.28
6o - 69	$\bar{x}$	1.09	1.05	o.94	o.99	o.71	o.75
	s	±o.28	±o.17	±o.17	±o.26	±o.21	±o.23
7o - 79	$\bar{x}$	1.01	1.04	1.oo	o.99	o.68	o.75
	s	±o.2o	±o.24	±o.31	±o.25	±o.33	±o.33

4. Arithmetische Mittelwerte aus sich entsprechenden Gliedmaßenabschnitten des rechten und linken Beines aller Altersgruppen ergeben folgende Standardabweichungen:

Alter		Oberschenkel	Unterschenkel	Füße
2o - 79	$\bar{x}$	1.12	1.o5	o.79
	s	± o.3o	± o.33	± o.31

II. Versuchsreihen

Versuchsreihe 1

(Die Rheographischen Quotienten wurden aus den Rheogrammen der Versuchsreihe 1 (Seite 31) zur Untersuchung der Variationsbreite rheographischer Kurven errechnet).

Bei 1o gefäßgesunden Personen, die im Abstand von maximal

minimal 14 Tagen zweimal rheographisch untersucht wurden, bestimmten wir die Differenzen zwischen den Werten der ersten und zweiten Untersuchung, getrennt nach Gliedmaßenabschnitt und Extremitätenseite.
Die maximale Abweichung zwischen 2 Werten betrug o,76 , die minimale Abweichung o,o1.
Als größte Abweichung der Einzelwerte der verschiedenen Gliedmaßenabschnitte fand sich im

Oberschenkel	o.63
Unterschenkel	o.76
Fuß	o.62

Das entspricht Werten, die MATZDORFF(65) an einer ähnlichen Personengruppe errechnete.

Auffällige Differenzen im Sinne einer sehr hohen Abweichung bei der jüngsten Versuchsperson(24 Jahre) oder einer sehr niedrigen bei der ältesten(57 Jahre) wurden nicht gefunden. Das entspricht dem Verhalten der Standardabweichungen bei der Berechnung der Normalwerte für unterschiedliche Altersklassen.
Die Mittelwerte der Differenzen aller Versuchspersonen betragen am Oberschenkel, Unterschenkel und Fuß, getrennt nach Seiten:

	rechts	links
Oberschenkel	o.22	o.17
Unterschenkel	o.28	o.36
Fuß	o.22	o.32

Errechnet man den arithmetischen Mittelwert aus den Differenzen der RQ-Werte aller Oberschenkel, Unterschenkel und Füße, erhält man folgende Zahlen:

Oberschenkel	o.19
Unterschenkel	o.32
Füße	o.27

Es konnten keine auffälligen Differenzen der Rheographischen Quotienten bei einem Patienten gefunden werden,der erst nach 7o Tagen und einem zweiten,der bereits nach 14 Tagen zum zweitenmal rheographisch untersucht wurde.Nicht geprüft wurde,ob Klima,Jahreszeit, Tageszeit,Geschlechtsunterschiede und stationäre oder ambulante Untersuchung als Faktoren eine Rolle spielen.

Versuchsreihe 2

(Die Rheographischen Quotienten wurden aus den Rheogrammen der Versuchsreihe 2(Seite 36)zur Untersuchung der Variationsbreite rheographischer Kurven errechnet).

Bei 3 gefäßgesunden Personen wurden die täglich über insgesamt 6 Tage aufgezeichneten Rheogramme paralell zur Beurteilung der Kurvenform auch rechnerisch ausgewertet und für jeden Patienten die Differenz zwischen dem höchsten und tiefsten RQ jedes Gliedmaßenabschnittes bestimmt.
Das ergibt folgende Werte:

	Oberschenkel		Unterschenkel		Füße	
	re	li	re	li	re	li
Z.J.,18 Jahre	o,61	o,61	o,43	o,4o	o,3o	o,75
K.O.,39 Jahre	o,65	o,52	o,58	o,45	o,42	o,41
W.R.,57 Jahre	o,45	o,62	o,25	o,42	o,1o	o,32

Die maximale Abweichung beträgt o,75,die größte Abweichung der einzelnen Gliedmaßenabschnitte im:

Oberschenkel	o,65
Unterschenkel	o,58
Fuß	o,75

Die Minimaldifferenz liegt bei o,1o.
Die Differenzen zwischen minimalen und maximalem RQ bei gefäßgesunden Personen lassen erkennen,daß die Abweichungen der Werte im Fußbereich größer sind,als im Oberschenkel,daß es aber über die Größe einer Abweichung keine Beziehungen gibt und daß man nicht sagen kann,ob das rechte Bein größere Schwankungen zuläßt,als das linke oder umgekehrt.Auch bestehen wesentliche indivi-

duelle,nicht altersgebundene Unterschiede.
Das arithmetische Mittel aller Differenzwerte liegt im

Oberschenkel bei	o,57
Unterschenkel bei	o,42
Fuß bei	o,43

Der Mittelwert aller Abweichungen überhaupt beträgt

o,46

Versuchsreihe 3
(Die Rheographischen Quotienten wurden aus den Rheogrammen der Versuchsreihe 3(Seite 37)zur Untersuchung der Variationsbreite rheographischer Kurven errechnet).

Bei einer gefäßkranken Person,die täglich über 6 Tage rheographisch untersucht wurde,errechneten wir als Minimaldifferenz überhaupt: o,o4,als Maximaldifferenz o,3o und als Mittelwert aller Abweichungen überhaupt

o,19.

Die Variation des Rheographischen Quotienten der täglich aufgezeichneten Rheogramme wurde graphisch dargestellt und soll an dem Beispiel einer gefäßgesunden Versuchsperson(Versuchsreihe 2) und der gefäßkranken Versuchsperson(Versuchsreihe 3)gezeigt werden. Gleichzeitig wurden die zugehörigen Werte,aus denen der Quotient gebildet wird,so unter den Verlauf des RQ gesetzt,daß die Abhängigkeit des Quotienten von Amplitude,Frequenz,Eichzacke und Ohmschen Grundwiderstand aufgezeigt wird.
Grundsätzlich fand sich zwischen dem RQ und den Faktoren,aus denen er gebildet wird,folgende Beziehung:

1. Dem Verlauf des Rheographischen Quotienten über 6 Tage verhalten sich bei allen Personen der Versuchsreihe 2 und 3 die Herzfrequenz und Eichzackenhöhe hauptsächlich gegensinnig, aber auch gleichsinnig,der Verlauf der Ampli-

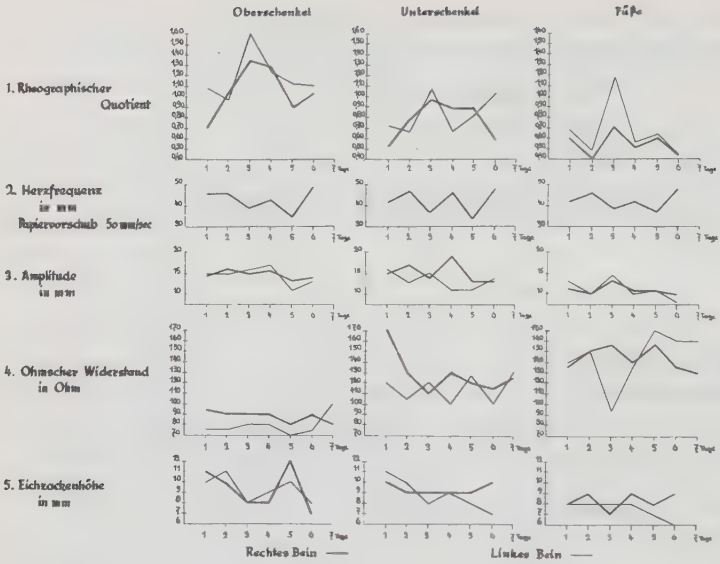


Abb.13 : Z.J.,18 Jahre,männl.,gefäßgesund.
Verlauf des RQ über 6 Tage

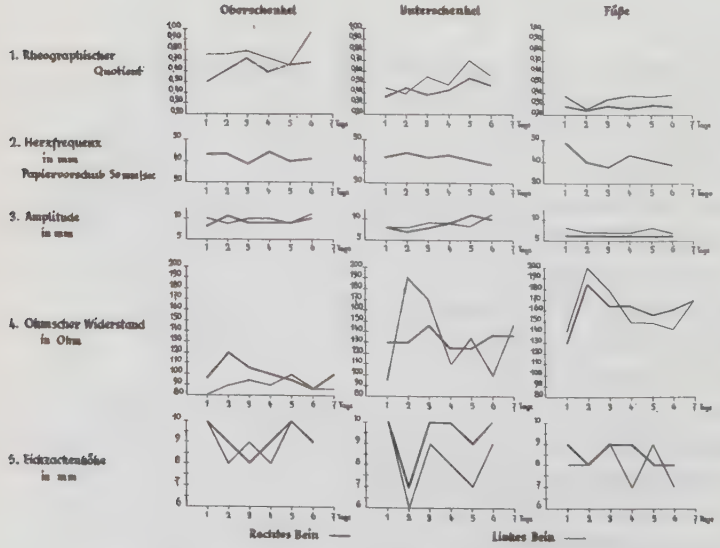


Abb.14 : B.S.,71 Jahre,männl.,degenerative Angiopathie
Verlauf des RQ über 6 Tage

tude hauptsächlich gleichsinnig aber auch gegensinnig,der Ohmsche Widerstand in gleichem Maße gleich- und gegensinnig gerichtet.

2. Das Verhalten der Amplitude ist nicht in strenge Korrelation zum Verhalten der Herzfrequenz zu bringen.Eine Verlangsamung der Herzfrequenz hatte nur manchmal eine erhöhte Amplitude zur Folge,in anderen Fällen wurde die Amplitude bei verringerter Herzfrequenz kleiner.
3. Rheographischer Quotient und Mittelwert der Eichzackenhöhe sind im Oberschenkelbereich am größten,im Fußbereich am kleinsten.Reziprok verhält sich der Ohmsche Widerstand.
4. Der Rheographische Quotient des rechten Beines in allen Ableitungen und bei allen Personen differiert mit dem entsprechenden Wert des linken Beines.Das gleiche gilt auch für das Verhalten von rechter und linker Amplitude, Ohmschen Wert und Eichzackenhöhe.

Es ist also nicht möglich,aus dem Verhalten eines einzigen Faktors auf das eines anderen oder des RQ mit Sicherheit zu schließen.
Darüber hinaus läßt ein Vergleich des RQ-Verhaltens der gefäßkranken und -gesunden Person erkennen,daß bei Angiopathien die Schwankungsbreite in allen Bereichen geringer ist,was schon beim Vergleich der Kurvenformen zum Ausdruck kam.

Versuchsreihe 4

5 unbehandelte Patienten mit peripheren Durchblutungs- wurden im Abstand von frühestens 17 Tagen,spätestens aber 5 Monaten zweimal rheographisch untersucht,und der jeweilige RQ errechnet.Den Schweregrad der Erkrankung haben wir durch Benutzung der Stadieneinteilung nach FONTAINE zum Ausdruck gebracht.Danach unterscheidet man:

Stadium 1 : Leitsymptom: Beschwerdefreiheit
Stadium 2 : Leitsymptom: Claudicatio intermittens
Stadium 3 : Leitsymptom: Ruheschmerz
Stadium 4 : Leitsymptom: Gangrän oder Ulcera

Das Alter der Patienten lag zwischen 42 und 64 Jahren.

Die maximale Abweichung zwischen zwei rheographischen Quotienten betrug bei

FONTAINE	1	o,46
FONTAINE	2	o,32

Errechnet man für alle Extremitäten mit FONTAINE-Stadium 1 das arithmetische Mittel sämtlicher Abweichungen aller Gliedmaßenabschnitte(Einzelwerte: o,21 - o,16 - o,11 - o,29),erhält man:

$$\underline{o,19}$$

Damit ergibt sich für gleichschwer erkrankte Extremitäten ein sehr unterschiedliches Verhalten.
Das auf gleiche Weise errechnete arithmetische Mittel für alle Extremitäten mit dem FONTAINE-Stadium 2(Mittelwerte der einzelnen Extremitäten: o,18 - o,12 - o,2o) lautet:

$$\underline{o,16}$$

Daraus lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

1. Die normale Streuungsbreite der Rheographischen Quotienten liegt bei Personen mit arteriosklerotischen Gefäßerkrankungen niedriger,als bei Gesunden.
2. Die Variationsbreite nimmt mit dem Schweregrad der Erkrankung ab.Der Mittelwert aller Maximaldifferenzen des FONTAINE-Stadiums 1 liegt höher, als der des FONTAINE 2.Die Größe der Veränderungen ist aber individuell verschieden.
3. Die Differenzen zwischen zwei RQ-Werten waren im Oberschenkelbereich am größten,im Fußbereich am kleinsten.

Versuchsreihe 5

Daß die Größe der Änderung wesentlich von der Schwere der Erkrankung abhängt, zeigt noch folgender Versuch: Ein 58-jähriger, bisher unbehandelter Patient mit Claudicatio intermittens wurde während 3 Stunden 5 mal rheographisch untersucht und aus jedem Rheogramm der Rheographische Quotient bestimmt. Anschließend wurde die Differenz zwischen dem jeweils höchsten und niedrigsten Wert jedes Gliedmaßenabschnittes gebildet. Für die Extremität mit dem FONTAINE-Stadium 1 wurde als Mittelwert der Abweichung o,38 , für das Bein mit FONTAINE-Stadium 2 o,13 errechnet.

Zusammenfassung: Physiologische Variationsbreite des Rheographischen Quotienten(RQ)

1. Die bei einmaliger rheographischer Untersuchung aus sich entsprechenden Gliedmaßenabschnitten des rechten und linken Beines aller Altersgruppen errechneten arithmetischen Mittelwerte($\bar{x}$) und Standardabweichungen (s) betragen

Alter		Oberschenkel	Unterschenkel	Füße
2o - 79	$\bar{x}$	1.12	1.o5	o.79
	s	± o.3o	± o.33	± o.31

2. Die Größe der Standardabweichung ist in allen Altersgruppen annähernd gleich. Die Normalbereiche aller Dezenien weisen keine größeren Unterschiede auf.

3. Als arithmetisches Mittel sämtlicher Differenzwerte der Rheographischen Quotienten, errechnet aus täglich über eine Woche registrierten Rheo-

grammen gefäßgesunder Personen,ergab sich ein Wert von

$$\underline{0,46}$$

4. Die normale Variationsbreite des Rheographischen Quotienten ist bei gefäßkranken Personen kleiner als bei -gesunden.
   Sie ist darüber hinaus bei beiden individuell verschieden groß und in den einzelnen Gliedmaßenabschnitten variabel.Es bestehen z.T.größere Seitendifferenzen zwischen dem rechten und linken Bein einer Person,deren Verhalten völlig unkoordiniert ist.

5. Die Größe der als normal anzusprechenden Schwankung des RQ bei Patienten mit arteriellen Durchblutungsstörungen ist vom Schweregrad der Erkrankung abhängig.
   Aus den Untersuchungen ergibt sich für unbehandelte erkrankte Extremitäten mit FONTAINE-Stadium 1 als arithmetisches Mittel

   $$\underline{0,19}$$

   für FONTAINE-Stadium 2

   $$\underline{0,16}$$

   Individuell extreme Schwankungen sind möglich.

Daraus folgt,daß bei der Beurteilung von Rheogrammen mittels Rheographischem Quotienten nach therapeutischen Maßnahmen immer überlegt werden muß,ob nicht einfach normale Veränderungen vorliegen,auch wenn der Schwankungsbereich bei degenerativen Angiopathien kleiner ist,als bei gesunden Gefäßen.

7. Meßungenauigkeiten und Meßunsicherheiten

Meßungenauigkeiten

Im folgenden wurde geprüft,welchen Einfluß apparativ veränderte Meßbedingungen auf den Meßvorgang haben und in welcher Weise Änderungen der rheographischen Kurven bei Kontrolluntersuchungen durch ungleiche Meßbedingungen verursacht sein können.Dabei ergab sich:

1. Von Verkürzungen des Meßbereiches durch Verschiebung der Elektroden am Oberschenkel um 1o cm,Unterschenkel um 5 cm und Fuß um 5 - 1o cm blieb die Form und der RQ des Rheogramms praktisch unbeeinflußt.Dagegen nahm die Amplitudenhöhe ab,wenn die Meßbereiche darüber hinaus verkürzt wurden.
2. Die Kurvenform der Rheogramme wurde von unterschiedlichen Elektrodenbreiten(3 - 21 mm)nicht beeinflußt.Dagegen nahm die Amplitudenhöhe mit Reduktion der Elektrodenbreite gering ab.Auch locker angelegte Elektroden können eine Amplitudenreduktion verursachen.Waren 2/3 einer Elektrode angefeuchtet,fanden sich vollkommen normale Amplitudenhöhen.
3. Die Lage des Oberkörpers während der Untersuchung hat im Bereich von 1o bis 35 Grad zu keinem meßbaren Einfluß auf die Pulskurve geführt.
4. Atemlage: Änderungen der Amplitudenhöhe und der Nachwellenform bei exspiratorischem oder inspiratorischem Atemstillstand während der Untersuchung wurde nur in einem Teil der Fälle in individuell verschiedener Prägung gesehen.
5. Werden die Spannungsschwankungen von identischen Meßbereichen des rechten und linken Beines unterschiedlich verstärkt,kommt es zur Amplitudenreduktion mit entsprechenden Kurvenformveränderungen im Rheogramm der Meßbrücke,die die geringere Verstärkung aufweist.

6. Unterschiedliche Eichzackenhöhen haben nur auf den RQ oder P_R ,nicht aber auf die Amplitude einen Einfluß.
7. Bei Vermeidung grob-fehlerhafter Bedienung des Abgleichs des Ohmschen Grundwiderstandes finden sich im Bereich der subjektiven Abstimmfehler (5-1o Ohm)keine Form- oder Amplitudendifferenzen.
8. Änderungen des Ohmschen Widerstandes während einer längeren Untersuchung müssen als unmittelbare Folge veränderter Blutfüllung im Meßbereich aufgefaßt werden,da die Prüfung beider WHEATSTONschen Brücken des Rheographen über 4o Min. keinen Eigengang erkennen ließ.

Hier sei noch erwähnt,daß der kürzlich von CEBULLA(14) erhobene Einwand gegen die Rheographie,das elektrische Feld würde sich schneller ausbreiten als das Blut fließt,auf das Meßergebnis keinen Einfluß haben kann,da die Blutströmungsgeschwindigkeit gegenüber der Ausbreitungsgeschwindigkeit des elektrischen Feldes als praktisch stationär angesehen werden muß.

Meßunsicherheiten

Bei der Berechnung des Rheographischen Quotienten können Meßunsicherheiten,d.h.subjektiv bedingte Meßfehler,auftreten.

1. Jede Ablesung der Amplitude kann mit einem Meßfehler von 1 mm pro Pulskurve belastet sein. Dieser Fehler wird auch dann nicht immer kleiner, wenn man einen Mittelwert aus mehreren gemessenen Amplitudenhöhen bildet.In welchem Maße sich aber der RQ ändert,wenn die Amplitude nur um einen Millimeter differiert,zeigt folgendes Beispiel:

	Rechter Oberschenk.	Linker Oberschenk.
A	13	14
Ez	9	9
F	5o	5o
R	6o	6o
RQ	1.2o	1.3o

Die Differenz von o,1o entspricht bereits 1/3 des physiologischen RQ-Variationsbereiches gefäßgesunder Personen und der Hälfte oder mehr des Schwankungsbereiches bei Kranken.

2. Ähnliches gilt auch für die Ausmessung der Eichzackenhöhe in mm.
Eichzacken werden in das Kurvenbild mit zuvor eingestelltem Eichwert(Ohm)eingestreut und dienen durch Vergleich mit der Amplitude zur Bestimmung der Größe von Widerstandsänderungen.
Es ist wichtig nur solche Eichzacken zu verwenden,die in der Basislinie unmittelbar vor einem systolischen Kurvenanstieg liegen.Alle anderen im auf- oder absteigenden Ast der Pulskurve variieren z.T.stark in ihrer Höhe.
3. Vor jeder Messung wird der Ohmsche Grundwiderstand eines Gliedmaßenabschnittes,abhängig vom Muskel-,Fett-Knochengewebe und Blutgehalt im Meßbereich,bestimmt. Man benutzt zum Abgleich mit Vergleichswiderständen eine BRAUNsche Röhre in Form eines magischen Auges. Bei dieser Art der Bestimmung kommt es aber zu subjektiven Meßfehlern,die denen der Hämoglobin-Bestimmung nach SAHLI vergleichbar sind.Mehrere nacheinander untersuchende Personen stellten unterschiedliche Werte fest.Es ergaben sich bei der Abstimmung Differenzen bis zu 1o Ohm,in der Regel aber 5 Ohm.
Ein Unterschied von 1o Ohm kann den Rheographischen Quotienten nur gering beeinflußen,ist aber dann von Bedeutung,wenn allein aus dem Verhalten des Ohmschen Widerstandes eine Aussage über die Durchblutungsgröße

z.B. bei kurzdauernden pharmakologischen Versuchen, gemacht wird.

D. Beobachtungsgut und Untersuchungsgang zur Beurteilung der "Syncardon-Therapie nach FUCHS"

Beobachtungsgut

Der Therapieverlauf bei Syncardon-Behandlung wurde an 15 nicht ausgesuchten Patienten der Medizinischen Poliklinik der Freien Universität Berlin kontrolliert, die wegen peripher-arterieller Durchblutungsstörungen zur Behandlung kamen. Im Einzelnen handelte es sich um 11 Männer im Alter von 48 bis zu 75 Jahren und 4 Frauen im Alter von 55 bis zu 72 Jahren.
Zur Klassifizierung des Schweregrades der Erkrankung wurde die 4-Stadien-Einteilung nach FONTAINE benutzt, wie sie CARSTENSEN(13)angibt:

Stadium 1 : Leitsymptom: Beschwerdefreiheit bei mäßigen Arterienveränderungen(Im Arteriogramm Intima-Polster,im Oszillogramm mäßige Verringerung).Keine Gefäßabbrüche, periphere Pulse palpabel,Pulswellengeschwindigkeit nicht herabgesetzt,manchmal schon leichte Gehstörungen mit Ermüdbarkeit bei Überanstrengung oder Kälte-Nässe.

Stadium 2 : Leitsymptom: Claudicatio intermittens mit ausgeprägten Arteriogramm-Befunden (Verschlüsse).Unterhalb der Verschlußstelle sind die Oszillationen deutlich eingeschränkt,periphere Pulse fehlen häufig teilweise oder ganz,Pulswellengeschwindigkeit verlangsamt,Kollateralkreislauf noch kompensationsfähig.

Stadium 3 : Leitsymptom: Ruheschmerz nur mäßig ausgebildeter Kollateralkreislauf im Arteriogramm,funktionell dekompensierter

Kollateralkreislauf,Oszillationen fehlen meist völlig,periphere Pulse sind nicht palpabel,Pulswellengeschwindigkeit in der Peripherie nicht mehr meßbar,Muskulatur des befallenen Gebietes meist atrophisch.

Stadium 4 : Leitsymptom : Gewebstod in Form von Ulcera bis zur Gangrän.
Symptomatik wie Stadium 3,kein Kollateralkreislauf.

Danach fand sich bei den untersuchten Patienten bei 21 Extremitäten das FONTAINE-Stadium 2,bei 5 das Stadium 1 und bei 4 das Stadium 3.

Untersuchungsgang

Vor Beginn jeder Behandlung wurde aus Anamnese,Allgemein- und Lokaluntersuchung(Beurteilung peripherer Pulse,Hautfarbe und Hauttemperatur),der Lagerungsprobe nach RATSCHOW,der Oszillographie und Rheographie die Diagnose einer peripher-arteriellen Durchblutungsstörung gesichert.In Einzelfällen wurde zusätzlich eine Arteriographie durchgeführt.

In der Regel wurden alle ambulanten Patienten jeden zweiten Tag,ein stationärer Patient dagegen täglich behandelt.Die Dauer einer Syncardon-Massage betrug 15 Minuten.Während der ersten Behandlungen wurden die Massage-Manschetten,nach FUCHS,am distalen,später am mittleren und oberen Drittel beider Unterschenkel angelegt.Unabhängig vom Schweregrad der Erkrankung massierten wir stets rechtes und linkes Bein.Die Druckstärke,mit der massiert wurde,war individuell verschieden,lag meist zwischen 6o und 8o mm Hg,immer aber unter dem diastolischen Blutdruckwert.Druckhöhen von 3o bis 5o mm Hg wurden nur während der ersten Massagen angewandt.Die Druckdauer richtete sich nach der Herzfrequenz.

Die Gesamtzahl der Einzelbehandlungen betrug bei

6 Patienten 15 Massagen
8 Patienten 3o Massagen
1 Patienten 6o Massagen.

Für die rheographischen Verlaufsbeobachtungen wurden bei allen Patienten grundsätzlich 1 bis 2 Tage vor der ersten Syncardon-Massage und 1 bis 2 Tage nach der jeweils 15.Einzelbehandlung Rheogramme unter vergleichbaren Untersuchungsbedingungen aufgezeichnet.Dem klinischen Befund wurden Veränderungen der Kurvenform und des Rheographischen Quotienten gegenüber gestellt.

E. Eigene Untersuchungen/Ergebnisse

1. Klinische Befunde

Die einzelnen Syncardon-Massagen wurden subjektiv als angenehm empfunden,sensible Reizerscheinungen während der Massage traten nicht auf.
An objektiven Veränderungen wurden nach einer einzelnen Syncardon-Behandlung beobachtet:

1. Pulskurvenamplituden:
   a) Im Rheogramm kommt es zu einem Abfall der Amplituden auf den Wert vor der Behandlung. Ganz vereinzelt wurden unmittelbar nach Massage erhöhte Pulskurven gemessen.
   b) Im Oszillogramm: Abfall der Amplitudenhöhe auf den Wert vor der Behandlung,öfters leichte Erhöhung um 1 bis 2 mm.
2. Palpatorisch geringfügig deutlichere Pulsationen.
3. Ulcera waren nach der Behandlung feuchter als zuvor.
4. Deutliches Abblassen oder Zyanose in den distal von der Massagestelle gelegenen Hautpartien

5. Hyperämie in einzelnen Fällen in dem Hautbezirk,über dem die Massage-Manschette lag.
6. Varizen wurden in ihrem Volumen reduziert.
7. Vereinzelt kam es am massierten Gliedmaßenabschnitt zu Muskelfibrillieren.
8. Der Ohmsche Grundwiderstand der behandelten Extremität wurde gegen den Wert vor Behandlung für kurze Zeit größer.
9. Im EKG trat einmal bei einem Patienten ein zuvor nicht vorhandener Bigeminus auf,der auch in Kontroll-Ruhe-Elektrokardiogrammen später nicht mehr beobachtet werden konnte.

An subjektiven Beobachtungen nach einer Einzelmassage wurden angegeben:

1. Die Gehleistung war bei fast allen Patienten für eine begrenzte Zeit,im allgemeinen 6 - 1o Stunden,verbessert.
2. In den behandelten Extremitäten traten sowohl Wärme- als auch Kältegefühl auf.
3. Parästhesien wurden geringer,vereinzelt kam es zu einem starken prickelnden Kribbel- oder Spannungsgefühl in der massierten Extremität.
4. Drei Patienten gaben verschiedentlich unmittelbar nach Massage stenocardische Beschwerden an, die unterschiedlich lang anhielten.

Für die Beurteilung des Behandlungserfolges nach Abschluß der Syncardon-Therapie wurden folgende Prädikate verwendet:

Beschwerdefrei: Es bestehen keinerlei subjektiven Beschwerden und keine Claudicatio intermittens mehr.

Gebessert: Die schmerzfreie Gehleistung ist d a u e r n d wesentlich vergrößert,Parästhesien treten nicht mehr oder sehr viel seltener auf,es kommt zu keinen Schmerzanfällen oder Ruheschmerzen mehr.

Unverändert: Gehstrecke und alle vor Behandlungsbeginn angegebenen Beschwerden sind nicht oder kaum beeinflußt worden.
Verschlechtert: Subjektive Beschwerden haben zugenommen,die Gehleistung ist gleichgeblieben oder hat sich verschlechtert.

Die Urteilsbildung erfolgte nach den Ergebnissen einer klinischen Untersuchung ohne Oszillographie und Rheographie,des Gehstreckentestes sowie subjektiven Angaben.

Unter Zugrundelegung aller Kontrolluntersuchungen nach jeweils 15 Syncardon-Massagen und der oben angeführten Prädikate ergibt sich folgendes klinisches Behandlungsergebnis: Es waren

Nach 15 Massagen	8	Pat.	gebessert
	7	Pat.	unverändert
Nach 3o Massagen	1	Pat.	beschwerdefrei
	6	Pat.	gebessert
	1	Pat.	unverändert
	1	Pat.	verschlechtert
Nach 6o Massagen	1	Pat.	gebessert

Läßt man die Anzahl der Einzelbehandlungen außer acht und berücksichtigt nur das Ergebnis nach Abschluß der Behandlung jedes Patienten überhaupt,so ergibt sich:

Beschwerdefrei	1	Patient
Gebessert	9	Patienten
Unverändert	4	Patienten
Verschlechtert	1	Patient

Dieser klinischen Beurteilung wurde das Ergebnis des Vergleichs der Rheogramme vor und nach Behandlung gegenüber gestellt.

2. Ergebnisse der rheographischen Untersuchungen an Kranken unter einer Syncardon-Therapie-Serie

I. Kurvenform

Verglichen wurden Kontrollrheogramme nach jeweils 15 Syncardon-Massagen mit dem Rheogramm vor Behandlungsbeginn eines jeden Patienten.

Die Kurvenform war in allen Rheogrammen eines Patienten nach Behandlungsende gegenüber dem Rheogramm vor Behandlungsbeginn entweder unverändert, in individuell unterschiedlichem Maße verformt oder im Bereich einer Extremität an einem Gliedmaßenabschnitt konstant, an anderen gleichzeitig variiert.

Summiert man die an allen 15 Versuchspersonen angestellten Beobachtungen, ergeben sich folgende Abweichungen:

1. Die Amplitudenhöhe wurde größer und kleiner
2. Der Kurvengipfel war sowohl spitz als auch breit und plateauförmig geworden
3. Der systolische Anstieg verlief steiler und flacher
4. Der absteigende Kurvenast fiel z.T. geradlinig bis zu einem neuen systolischen Anstieg ab, z.T. verlief er mit seinem letzten Drittel in der Isoelektrischen.
5. Nachwellen konnten fehlen, neu angedeutet oder völlig neu ausgebildet sein
6. Der Winkel zwischen dem absteigenden Ast einer Kurve und dem ansteigenden der nächsten konnte spitz oder rund sein.

Für die Rheogramme der einzelnen Patienten gilt jedoch:

1. Die gleichzeitige Veränderung aller Formkriterien in einem Rheogramm eines Gliedmaßenabschnittes war selten. In der Regel war nur die Amplitude, die Form des Kurvengipfels oder der ansteigende und absteigende Kurvenast verändert.

2. Alle beobachteten Veränderungen waren meist nur auf die rheographischen Pulskurven e i n e s Gliedmaßenabschnittes einer Extremität beschränkt.Das konnte der Oberschenkel,Unterschenkel oder Fuß sein(Abb.15).
3. Obgleich die Massagemanschetten bei allen Patienten nur am rechten und linken Unterschenkel angelegt waren,traten Veränderungen im Massagebereich nicht häufiger auf,als in den distal oder proximal davon gelegenen Abschnitten.
4. Weder alle Gliedmaßenabschnitte einer Extremität,noch sich entsprechende Meßbereiche des rechten und linken Beines ließen eine Gleichsinnigkeit im Verhalten der Kurvenformveränderungen erkennen.
5. Vergleicht man mehrere,jeweils nach der 15.Syncardon-Massage geschriebene Rheogramme eines Patienten bei langdauernder Behandlung mit dem Rheogramm vor Behandlungsbeginn,dann kommt es,trotz klinisch anhaltender Besserung,nicht zu einem kontinuierlichen Anstieg der Amplitudenhöhe in den Kontrollrheogrammen,sondern sie wird wechselnd größer und kleiner(Abb.16).

Der Vergleich des Therapieerfolges jedes Patienten mit dem Verhalten der entsprechenden Rheogramme ergab,daß bei Personen mit gleichem klinischen Behandlungsergebnis charakteristische Rheogramm-Veränderungen weder nach 15,3o noch in einem Fall nach 6o Syncardon-Massagen auftraten.

Bei klinisch deutlicher Besserung beobachteten wir im Rheogramm sowohl Amplitudenerhöhung als auch -Reduktion, Spitzer- und Breiterwerden der Kurvengipfel und Steiler- und Flacherwerden der ansteigenden und abfallenden Kurvenäste(Abb.15 und 16).Gleiche uncharakteristische Veränderungen zeigen aber auch Patienten mit anderen vergleichbaren Behandlungsergebnissen(Abb.17).

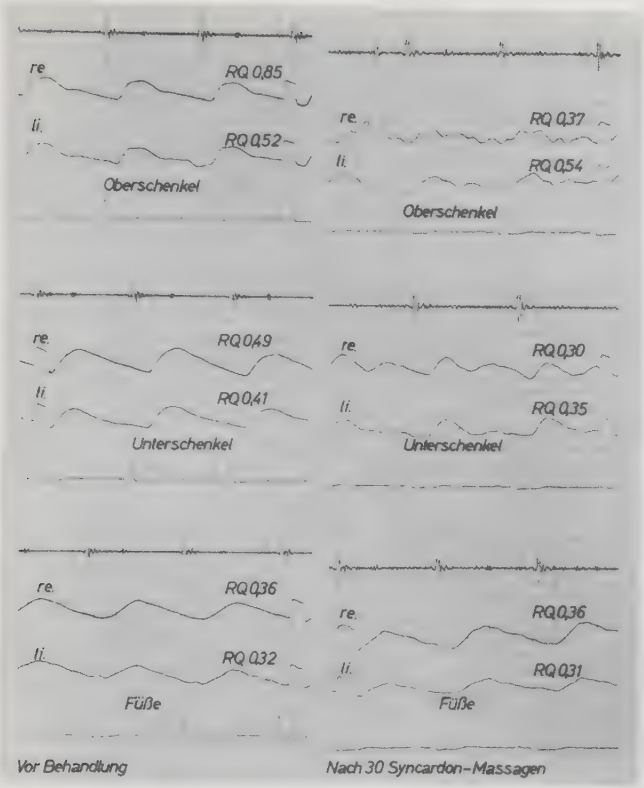


Abb.15 : F.M.,72 Jahre,weibl.
Durchblutungsstörungen beider Beine
FONTAINE-Stadium rechts: 2/ links: 2
Schmerzfreie Gehstrecke:
vor Behandlung - 5o Meter
nach Behandlung - 2oo Meter

Behandlungsergebnis: Gebessert

Ausbildung einer Nachwelle im rechten Unterschenkel-Rheogramm nach 3o Syncardon-Massagen.

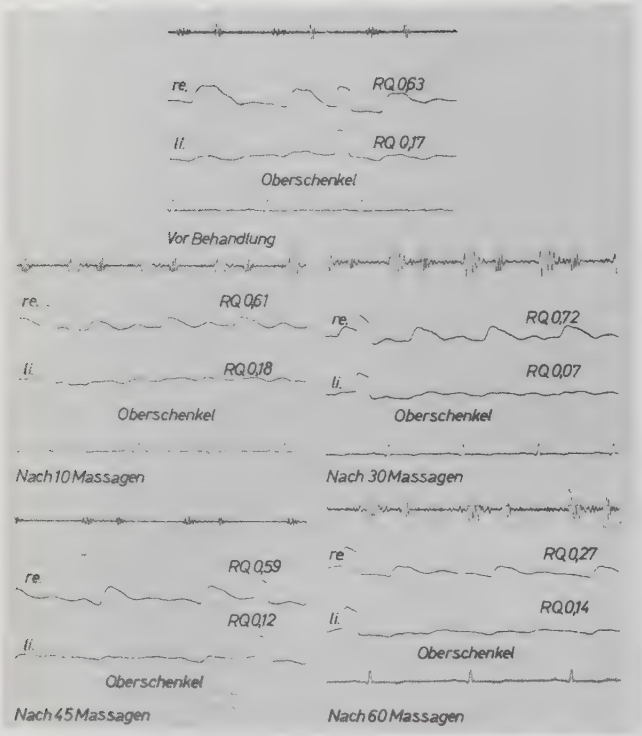


Abb.16 a : P.F.,64 Jahre,männlich
Durchblutungsstörungen beider Beine
FONTAINE-Stadium rechts: 1/links: 3
Schmerzfreie Gehstrecke:
vor Behandlung - 1oo Meter
nach Behandlung - 3oo Meter

Behandlungsergebnis: Gebessert

Rheogramme beider Oberschenkel vor Behandlung,nach 1o,3o,45 und 6o Massagen

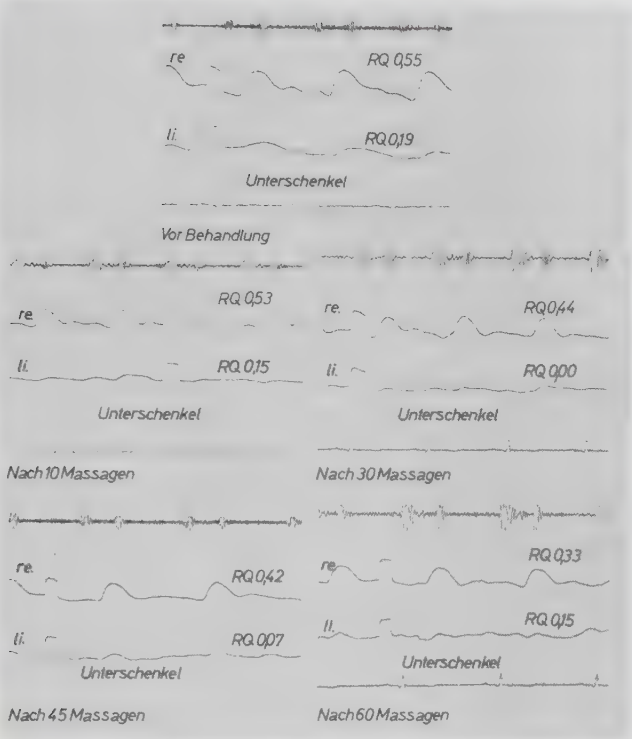


Abb.16 b : P.F.,64 Jahre,männlich

Rheogramme beider Unterschenkel vor Behandlung,nach 1o,3o,45 und 6o Massagen

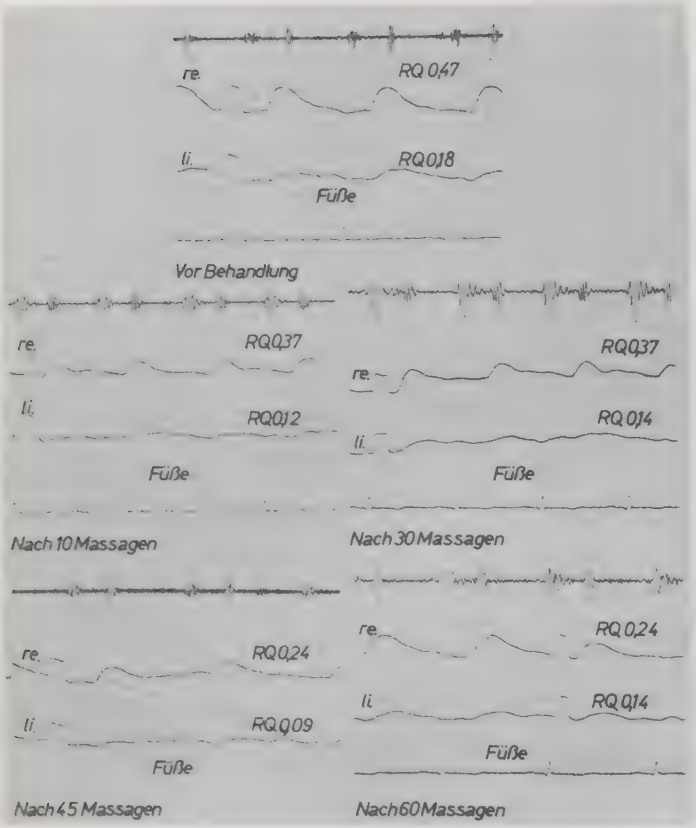


Abb.16 c : P.F.,64 Jahre,männlich

Rheogramme beider Füße vor Behandlung,nach 1o,3o,45 und 6o Massagen

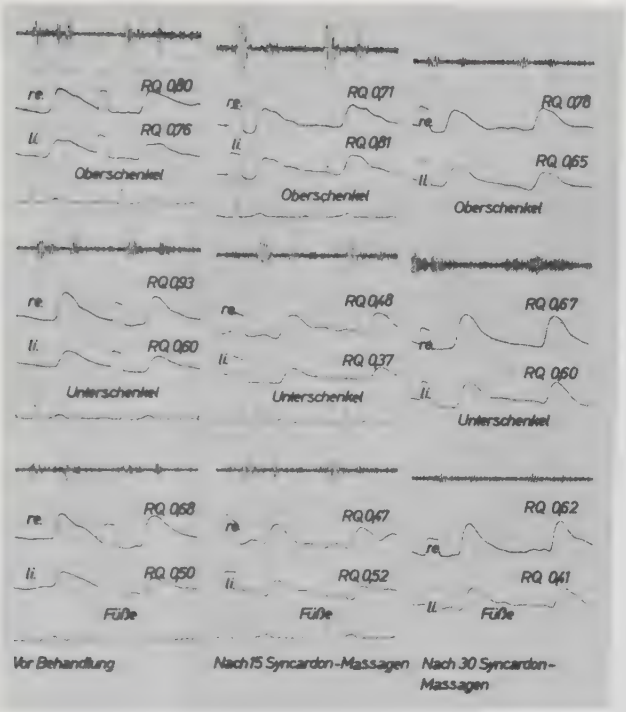


Abb.17 : B.O.,62 Jahre,männl.
Durchblutungsstörungen beider Beine
FONTAINE-Stadium rechts 2/ links 2
Schmerzfreie Gehstrecke:
vor Behandlung - 25 Meter
nach Behandlung - 25 Meter
Behandlungsergebnis: Verschlechtert

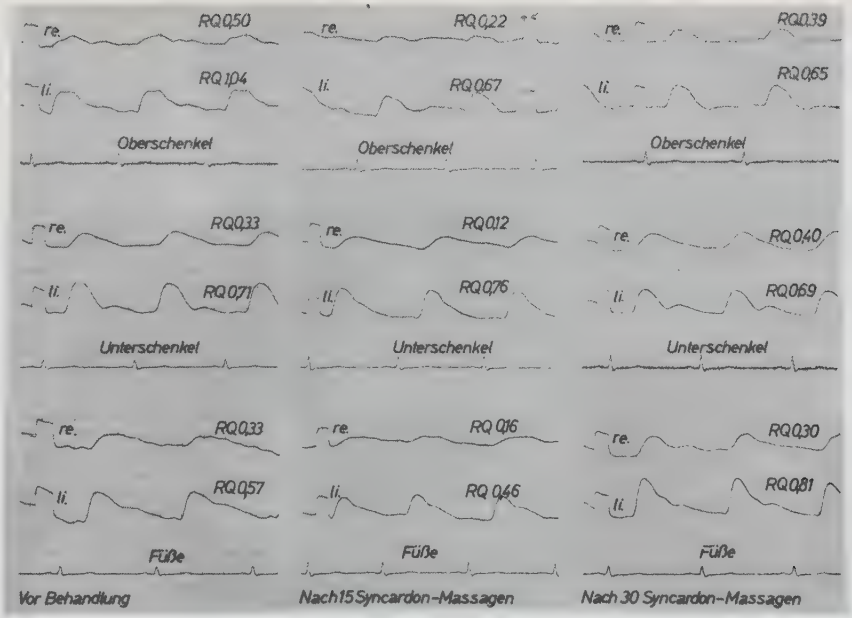


Abb.18 : H.J.,63 Jahre,männl.
Durchblutungsstörungen beider Beine
FONTAINE-Stadium rechts 2/ links 1
Schmerzfreie Gehstrecke: vor Behandlung - 2oo Meter
nach Behandlung - unbegrenzt

Behandlungsergebnis: Beschwerdefrei

Nur in einem von 15 Fällen kam es nach 3o Einzelmassagen bei völliger Beschwerdefreiheit zur Ausbildung höherer Amplituden und spitzerer Kurvengipfel in allen Rheogrammen beider Beine, als vor Behandlung (Abb.18).

II. Rheographischer Quotient

In Tabelle 3 sind die arithmetischen Mittel($\bar{x}$) der Differenzwerte zwischen den Rheographischen Quotienten v o r und n a c h einer Behandlungsserie aller verwertbaren Untersuchungen aufgezeichnet. Gleichzeitig wird das jeweilige FONTAINE-Stadium, getrennt nach rechtem und linken Bein, angegeben.

Tabelle 3 :

Patient	Anzahl d. Massagen	FONTAINE re / li	$\bar{x}$ rechtes Bein	$\bar{x}$ linkes Bein
K 1	3o	2 / 2	o,14	o,18
K 3	3o	2 / 1	o,13	o,42
K 4	6o	1 / 3	o,26	o,o4
K 6	3o	2 / 2	o,o6	o,1o
K 8	15	3 / 1	o,o5	o,17
K 11	15	2 / 2	o,o4	o,o5
K 12	3o	2 / 2	o,13	o,o3
K 13	3o	3 / 3	o,16	o,27
K 14	12	2 / 2	o,o8	o,o8
K 18	3o	2 / 1	o,o7	o,22
K 2o	3o	1 / 2	o,11	o,13
K 23	3o	2 / 2	o,14	o,22
K 26	17	2 / 2	o,16	o,o6
K 28	15	2 / 2	o,17	o,19
K 32	15	2 / 2	o,26	o,15

Die Berechnung soll am folgenden Beispiel erklärt werden:

K 11: Patient H.M.,65 Jahre,männl.
Durchblutungsstörungen beider Beine
FONTAINE-Stadium rechts: 2 / links: 2
Schmerzfreie Gehstrecke:
vor Behandlung - 5o Meter
nach Behandlung - 4oo Meter

Der Rheographische Quotient betrug:

	rechts	links
am Oberschenkel		
vor Behandlung	o,33	o,36
nach 15 Behandlungen	o,29	o,29
Differenz	o,o4	o,o7
am Unterschenkel		
vor Behandlung	o,13	o,14
nach 15 Behandlungen	o,14	o,15
Differenz	o,o1	o,o1
am Fuß		
vor Behandlung	o,13	o,16
nach 15 Behandlungen	o,o6	o,o9
Differenz	o,o7	o,o7

Es wurde nun ein arithmetischer Mittelwert aus den Differenzen des Oberschenkels,Unterschenkels und Fußes je einer Seite gebildet.

	rechts	links
Oberschenkel	o,o4	o,o7
Unterschenkel	o,o1	o,o1
Fuß	o,o7	o,o7
	o,12	o,15
$\bar{x}$ =	o,o4	$\bar{x}$ = o,o5

Für die Berechnung wurden absolute Differenzwerte verwendet, ohne zu beachten, ob die Werte gegen den Rheographischen Quotienten vor Behandlung gestiegen oder gesunken waren. Zwischen der Größe der Veränderungen des Rheographischen Quotienten, dem Alter eines Patienten und der Anzahl der Behandlungen besteht keine Abhängigkeit. Dagegen läßt Tabelle 3 erkennen, daß die Variationsbreite des RQ beim FONTAINE-Stadium 1 größer ist, als bei 2 und 3.
Die bei allen Patienten überhaupt beobachtete größte Abweichung zwischen Rheographischen Quotienten vor und nach Behandlung liegt bei

0,42

Das arithmetische Mittel der Differenzwerte aller Gliedmaßenabschnitte sämtlicher Patienten beträgt:

0,14

Als arithmetischer Mittelwert der Differenzen für die einzelnen FONTAINE-Stadien ergibt sich:

FONTAINE-Stadium 1 : 0,23
FONTAINE-Stadium 2 : 0,12
FONTAINE-Stadium 3 : 0,10

III. Ohmscher Grundwiderstand

KAINDL, POLZER und SCHUHFRIED weisen in ihrer Monographie über die Rheographie (50) darauf hin, daß aus dem Verhalten des Ohmschen Grundwiderstandes eine Aussage über die Durchblutung einer Extremität gemacht werden könne.
Daher wurde auch das Verhalten des Ohmschen Widerstandes vor und nach einer Syncardon-Therapie-Serie geprüft und, isoliert von einer Rheogramm-Auswertung, den Behandlungsergebnissen gegenüber gestellt.

Der Ohmsche Widerstand eines Meßbereiches ist vom Gehalt an Muskel-,Knochen-,Fettgewebe und Blut abhängig.Unter der Voraussetzung,daß die ersten drei Faktoren weitgehend konstant bleiben,dürfen Änderungen des Ohmschen Widerstandes als unmittelbare Folge einer veränderten Durchblutung angesehen werden.
Bei guter Blutfüllung sinkt der Ohmsche Widerstand durch Verbesserung der Leitfähigkeit,bei schlechter steigt er an.
Es wäre also zu erwarten,daß bei Patienten mit verbesserter Durchblutung durch syncardiale Massage der Ohmsche Grundwiderstand nach Behandlungsabschluß infolge des vermehrten Blutvolumens pro Meßbereich abfällt.In solchen Fällen,wo auf Grund des klinischen Untersuchungsergebnises eine verschlechterte Durchblutung anzunehmen ist,müßte es zu einem Anstieg des Widerstandes kommen.
Das Verhalten des Ohmschen Widerstandes vor und nach einer Behandlungsserie ist für alle untersuchten Patienten in Tabelle 4 wiedergegeben.
Nur in einem Fall findet sich bei Verschlechterung des klinischen Bildes ein gleichzeitiger Anstieg des Ohmschen Widerstandes in a l l e n Gliedmaßenabschnitten(K 1),in einem zweiten eine klinische Besserung mit Abfall des Ohmschen Widerstandes(K 23).
Bei allen übrigen Patienten gehen die Veränderungen des Widerstandes dem funktionellen Verhalten der Extremitätendurchblutung nicht in charakteristischer Weise paralell.
Der Ohmsche Grundwiderstand allein ist demnach nicht geeignet,bei Beobachtungen im Abstand von mehreren Wochen,eine verwertbare Aussage über veränderte Durchblutungsverhältnisse zu machen.

Tabelle 4 : Verhalten des Ohmschen Grundwiderstandes vor und nach einer Behandlungsserie mit Syncardon-Massagen

Auf die Wiedergabe absoluter Meßwerte wurde verzichtet, weil nur Anstieg oder Abfall des Ohmschen Widerstandes vor und nach einer Behandlungsserie interessierten.

Es bedeuten:
+ : der Ohmsche Grundwiderstand ist nach Behandlung höher als vor Behandlung
o : der Ohmsche Widerstand hat sich nicht geändert
- : der Ohmsche Widerstand ist nach Behandlung kleiner als zuvor

Patient	Ohmscher Widerstand						Behandlungs-
	Oberschenk.		Unterschenk.		Fuß		ergebnis
	re	li	re	li	re	li	
K 1	+	+	+	+	+	+	verschlecht.
K 3	o	+	+	+	+	+	gebessert
K 4	-	-	+	+	+	+	gebessert
K 6	o	-	+	o	o	o	gebessert
K 8	o	-	+	+	-	+	unverändert
K 11	o	o	-	-	+	o	gebessert
K 12	o	o	-	+	o	o	gebessert
K 13	-	-	+	+	+	+	gebessert
K 14	-	+	+	o	+	+	unverändert
K 18	+	+	+	o	+	+	beschwerdefre
K 2o	+	o	-	+	+	+	unverändert
K 23	o	-	-	-	-	+	gebessert
K 26	o	o	o	o	o	o	gebessert
K 28	+	o	-	+	+	+	gebessert
K 32	+	o	+	+	+	+	unverändert

3. Rheographische Untersuchungen während einer Syncardon-Massage

Während Massage beider Unterschenkel wurden an Patienten mit peripher-arteriellen Durchblutungsstörungen und gefäßgesunden Versuchspersonen Rheogramme vom Fuß-, Oberschenkel- und in wenigen Fällen auch vom massierten Unterschenkelbereich aufgezeichnet.Eine veränderte Meßanordnung war dazu nicht notwendig.Lediglich die Verstärkung der Spannungsschwankungen mußte bei sehr hohen Amplituden reduziert werden.Vereinzelt wurde die Syncardon-Wirkung sowohl rheographisch als auch oszillographisch mit der Apparatur nach GESENIUS untersucht.
Die Veränderungen der Rheogramme in Abhängigkeit von Druck,Druckdauer und Druckbeginn sowie das Verhalten der Pulskurvenamplitude während einer Massage von 15 Minuten und das Verhalten des Ohmschen Grundwiderstandes sollen kurz zusammengefaßt werden.

Abbildung 19,2o und 21 geben die Rheogramme beider Füße eines gesunden,54-jährigen Mannes während gleichzeitiger syncardialer Massage beider Unterschenkel wieder.Um den Einfluß wechselnder Druckhöhen,Druckdauer und des Druckbeginnes zu beobachten,wurde immer nur einer der drei verstellbaren Faktoren variiert, die anderen aber wie zu einer normalen Massage eingestellt.Sie blieben konstant.Dabei zeigte sich,daß

1. ein steigender Druck(D)die Amplituden der Pulskurven erhöht und zu einem zweiten Kurvengipfel führt,dessen Lage vom Druckbeginn abhängig ist.
2. Steigende Druckdauer(DD)die Amplitude erhöht und die Kurvenform ändert.

3. Ein veränderter Druckbeginn(VZ)kann nur den zeitlichen Einsatz ändern,hat aber keinen Einfluß auf die Amplitudenhöhe oder die Pulskurvenform.

Diese Beobachtungen wurden in unseren Untersuchungen bei gefäßkranken und -gesunden Personen in gleicher Weise gemacht.

Ähnliche Veränderungen wurden oszillographisch von WICKE(112),sphygmographisch von WIDMER(113)und lichtplethysmographisch von GROSS(33)nachgewiesen.

Auffällig ist aber in den vorliegenden Untersuchungen eine bisher noch nicht beschriebene Seitendifferenz der Amplituden im Rheogramm gleichartiger Meßbereiche des rechten und linken Beines.Die Größe des Seitenunterschiedes ist abhängig von der Druckhöhe(D) und der Druckdauer(DD).Je größer die Druckdauer und die Druckhöhe,desto größer sind die Seitenunterschiede, die nur während,nie vor oder nach einer Massage in diesem Ausmaß zu beobachten sind.In der Regel zeigen die Rheogramme a l l e r Gliedmaßenabschnitte e i n e s Beines größere Amplituden,als die entsprechenden,synchron geschriebenen des anderen.Aus dem seitengleichen Rheogrammen vor Massage ist nicht zu erkennen,auf welcher Seite die geringere Amplitudenerhöhung auftritt.Das gilt für Versuchspersonen mit und ohne Angiopathien.

Als mögliche Ursachen kommen seitendifferente morphologische und funtionelle Gefäßverhältnisse in Betracht. Ein apparativer Fehler als Ursache ist mit Sicherheit auszuschließen.Es wurde auch geprüft,ob unterschiedliche Syncardon-Manschetten oder Kompressionsbedingungen für die Amplitudenunterscheide verantwortlich zu machen sind.Die Verwendung verschiedener,aber gleichartiger Manschetten,änderte nicht das seitendifferente Verhalten.

Die Seitendifferenz läßt sich zunächst nur als unterschiedliche Volumenverschiebung im rechten und linken Bein während Syncardon-Massage deuten,da die Rheographie nur Volumen-,nicht aber Druckschwankungen erfassen kann.Eigene oszillographische Untersuchungen ergaben seitengleiches Verhalten der Amplituden.Dafür ist möglicherweise verantwortlich,daß seitendifferente Volumenverschiebungen ohne größere Druckdifferenzen erfolgen,oder daß die Oszillographie so geringe Druckunterschiede nicht erfassen kann.

Die Seitendifferenz der Amplitudenhöhe bleibt für die Dauer der Massage bestehen,ändert sich aber in ihrem Wert.Das Verhalten der Amplitude während einer 15 Minuten dauernden Massage gibt die Abb.22 wieder.

Rheogramm beider Füße unter Syncardon-Massage der Unterschenkel

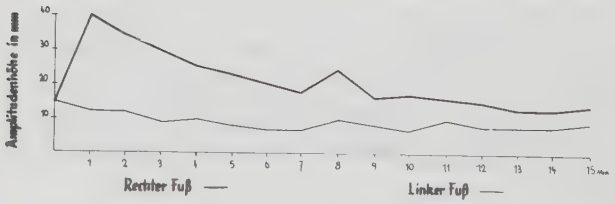


Abb.22 : F.K.,2o Jahre,weibl.
Rheogramm beider Füße unter Syncardon-Massage der Unterschenkel über 15 Min.

Bei Massage beider Unterschenkel wurde jede Minute ein Rheogramm der Füße geschrieben.Charakteristisch ist der Seitenunterschied und das allmähliche Absinken der Amplitudenwerte nach zunächst steilem Anstieg, vorallem einer Seite.

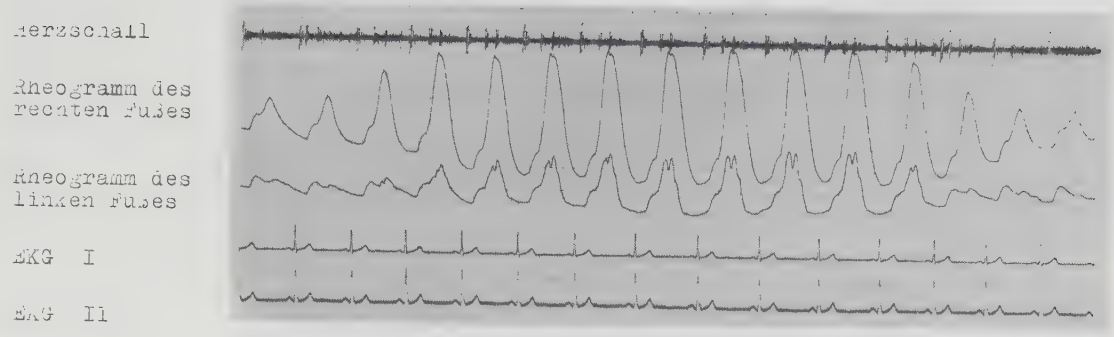
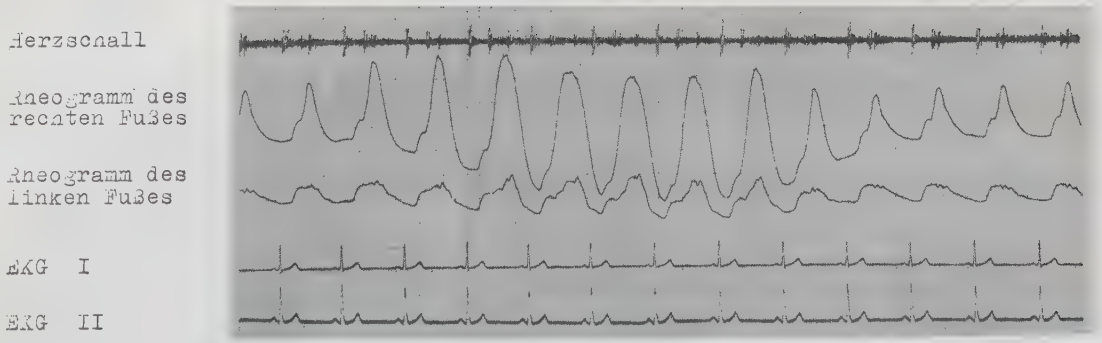


Abb.19 : Sp.E.,54 Jahre,männl.,gesund

Rheogramm beider Füße während Syncardon-Massage beider Unterschenkel

Bei konstanter Druckdauer(DD)und konstanter Verzögerungszeit(VZ)wurde der Druck von 2o über 15o und wieder zu 2o mm Hg variiert.



DD = o,1 Sek DD = o,4 Sek DD = o,1 Sek

Abb.2o : Sp.E.,54 Jahre,männl.,gesund

Rheogramm beider Füße während Syncardon-Massage beider Unterschenkel

Bei konstantem Druck(D) und konstanter Einsatzverzögerung(VZ) wurde die Druckdauer von o,1 über o,4 und wieder zu o,1 Sek.variiert

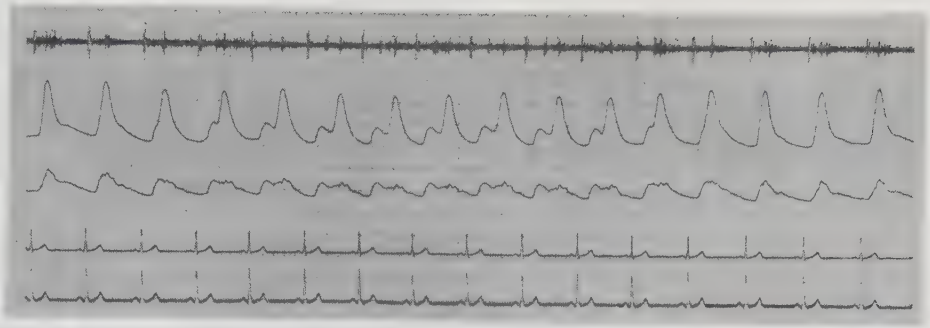


Abb.21 :Sp.E.,54 Jahre,männl.,gesund

Rheogramm beider Füße während Syncardon-Massage beider Unterschenkel

Bei konstantem Druck(D)und konstanter Druckdauer(DD) wurde die Verzögerungszeit(VZ)von o,1 über o,5 und wieder zu o,1 Sek.variiert.

Die während Syncardon-Massage geschriebenen Rheogramme wurden auch rechnerisch ausgewertet. Da sich Rheographische Quotienten und Amplituden-Änderungen aber paralell verhielten und mit den RQ-Werten keine andere Aussage als schon durch die Beurteilung der Kurvenform gemacht werden kann, wird hier auf die Wiedergabe von Tabellen verzichtet.

Neben Veränderungen der Rheogramme distal von Massage-Manschetten während syncardialer Massage fanden sich auch in proximal der Manschetten geschriebenen Rheogrammen Pulskurvenveränderungen, die den distalen entsprechen und vom Druck, der Druckdauer und dem Druckbeginn abhängig waren. Von den gleichen Faktoren abhängige Veränderungen der Carotis-Pulskurve und des Herzschallbildes wurden bereits beschrieben. Als Ursache dürften Stauungserscheinungen anzusprechen sein, die sich während der Manschetten-Kompression retrograd auswirken.

Durch Messung des Ohmschen Grundwiderstandes der Gliedmaßenabschnitte einer massierten Extremität unmittelbar vor und nach einer Massage an je 1o gefäßgesunden und -kranken Versuchspersonen konnte sofort nach Massage ein charakteristisches Ansteigen des Widerstandes beobachtet werden. Da innerhalb der Massagedauer eine Änderung von Muskel-, Fett- und Knochengehalt im Meßbereich nicht auftritt, darf das Ansteigen als unmittelbare Folge einer veränderten Blutfüllung angesehen werden. Sie dürfte, unter Zugrundelegung der vorn aufgeführten Untersuchungen zur Wirkungsweise der Syncardon-Massage, am ehesten als Folge eines erhöhten venösen Abstromes mit entsprechender Verschlechterung der elektrischen Leitfähigkeit anzusehen sein. Grundsätzlich könnte aber auch noch eine verminderte arterielle Durchblutung bei konstantem venösen Rückstrom zu gleichen Veränderungen führen.

F. Besprechung der Ergebnisse

I. Therapeutische Ergebnisse der Syncardon-Massage

Die therapeutischen Ergebnisse der syncardialen Massage bei den von uns untersuchten Kranken mit peripheren Durchblutungsstörungen,waren,gemessen an Gehstrecke, klinischem Untersuchungsbefund und subjektivem Verhalten,gut.Wie Tabelle 2 (Seite 73) zeigt,wurde bei 2/3 aller Patienten eine Besserung des Beschwerdebildes, insbesondere eine Vergrößerung der schmerzfreien Gehstrecke erzielt.Beschwerdefreiheit konnte aber nur in einem Fall erreicht werden,in einem weiteren kam es zu einer Verschlechterung unter der Behandlung,bei 4 Patienten blieb der Krankheitszustand unbeeinflußt. Die vorliegenden klinischen Behandlungserfolge sind wahrscheinlich auf die Wirkung der Syncardon-Massage zurückzuführen,da alle Patienten während der Beobachtungszeit keinerlei Medikamente zu sich nahmen und andere,die periphere Durchblutung fördernde Maßnahmen unterblieben oder abgesetzt wurden.Welchen Einfluß auf die funktionelle Besserung von der Behandlung unabhängige Reparationsbestrebungen des Körpers hatten,wie sie HESS(39)annimmt,muß offen bleiben,zumal die Arteriosklerose kein statischer,sondern ein dynamisch-phasenhafter Prozeß ist(75,77,78,1oo).

II. Objektivierung des Behandlungserfolges durch die Rheographie

Zur Beantwortung der Frage,ob mit dem rheographischen Untersuchungsverfahren auch eine objektive Beurteilung des Behandlungserfolges nach syncardialer Massage möglich ist,wurde dem klinischen Behandlungsergebnis das Verhalten der Rheogramme eines jeden Patienten vor und nach Behandlung gegenüber gestellt,und untersucht,ob gleichartige Behandlungserfolge mit charakteristischen Veränderungen der Pulswellenkurve einhergehen.

Dabei blieb zunächst offen,in welcher Weise sich Kurvenform und Rheographischer Quotient ändern würden.Zu erwarten war nur,daß sich typische Kollateralkurven zeigen,da bei peripher-arteriosklerotischen Durchblutungsstörungen mit Obliterationen nur dann eine bessere Funktionsleistung zu erwarten ist,wenn sich ein kompensatorischer Kollateralkreislauf ausbildet.Eine funktionsfähige Rekanalisation ist bei degenerativen Gefäßverschlüssen nicht möglich(18,92).

Veränderungen der Kurvenform

Bei den vorliegenden eigenen Untersuchungen wurden weder nach 15,noch nach 3o und in einem Fall nach 6o Syncardon-Massagen charakteristische Veränderungen gefunden.Das ist im vorangehenden Kapitel ausführlich dargelegt worden.Amplitudenhöhe,Form des Kurvengipfels, systolischer Anstieg,Form des absteigenden Kurvenastes und Nachwellen verhielten sich bei klinisch gleichem Behandlungserfolg vollkommen unterschiedlich.Bei Patienten mit gebessertem Funktionszustand konnten ähnliche Rheogramme nach Beendigung einer Behandlungsserie auftreten,wie bei Patienten mit verschlechtertem oder unverändertem Zustand.Zudem änderten sich die Rheogramme der Gliedmaßenabschnitte eines Beines nicht gleichsinnig.Formvariationen waren fast immer nur auf die Rheogramme einzelner,nie aller Gliedmaßenabschnitte eines Beines beschränkt.So konnte bei Besserung nach Behandlung im Unterschenkelbereich eine Amplitudenerhöhung auftreten,während die Amplituden der übrigen Gliedmaßenabschnitte der gleichen Extremität unverändert blieben oder gleichzeitig kleiner geworden waren.
Für das unterschiedliche Verhalten der rheographischen Kurven wird folgende Erklärung angenommen:
Degenerative,arteriosklerotische Veränderungen der Extremitäten-Gefäße führen häufig zu charakteristischen

Veränderungen der rheographischen Pulskurven,deren Ausmaß mit von der Entwicklung eines kompensatorischen Anastomosensystems abhängig ist.Die Ausbildung eines funktionsfähigen Kollateralkreislaufes ist das oberste Ziel aller physikalisch-therapeutischen Maßnahmen.Damit kann erwartet werden,daß die Rheogramme aller Patienten, deren Leistungsfähigkeit sich unter der Therapie gebessert hat,nach Behandlung das Bild eines Kollateralkreislaufes zeigen.

K o l l a t e r a l g e f ä ß e sind rheographisch schwer zu erfassen und können nur dann mit ausreichender Sicherheit erkannt werden,wenn sie eine gewisse Kalibergröße erreicht haben.Es gibt keine,allein für einen Kollateralkreislauf charakteristische Formveränderung der rheographischen Pulskurven.Die Kurvenform rheographischer Längsableitungen kann auch bei schweren arteriellen Obliterationen und gut ausgebildetem Kollateralkreislauf völlig unauffällig sein.(2o).Zwar bezeichnet KAINDL(48)als typische Kollateralenkurve im Rheogramm solche Pulskurven,die eine besonders niedrige Amplitude, einen besonders trägen Anstieg und Abfall haben,bei denen ein Maximum des Kurvengipfels infolge der abnormen Verbreiterung nicht exakt zu erkennen ist,denen jede Gliederung fehlt und die einem Kugelsegment ähneln. Auch RÖSCH(97)beschreibt als Ausdruck einer Durchblutungsstörung mit Kollateralkreislauf mehr rund verlaufende Pulskurven im Rheogramm mit später Bildung des Kurvenmaximums.Damit ist aber nur e i n e besonders typische Ausdrucksform kollateraler Gefäße gekennzeichnet.Die von KAINDL geschilderte Kurve umfaßt nicht die Menge atypischer,gänzlich uncharakteristischer Veränderungen,die ebenfalls Folge eines Kollateralkreislaufes sind.Das wird unter anderem dadurch verdeutlicht,daß FRIEDMANN(2o)hohe Amplituden im Rheogramm als Ausdruck eines guten Kollateralkreislaufes beschreibt,aber gleichzeitig darauf hinweist,daß es keine festen Normen gibt.

Diese sich zunächst widersprechenden Beobachtungen stützen die Annahme,daß sich Kollateralgefäße im Rheogramm auf verschiedene Art darstellen.Von uns wird dafür folgende Erklärung angenommen:

Hohe Amplituden als Ausdruck von Kollateralgefäßen

Werden durch die Therapie eine genügende Menge g r o ß k a l i b r i g e r Kollateralen entwickelt, in denen keine kontinuierliche Strömung,sondern Volumenpulsationen ablaufen,so nimmt die primäre Amplitudenhöhe,gemessen zu dem Zeitpunkt,da noch keine Kollateralen ausgebildet waren,um den Betrag zu,der durch die in den Kollateralen ablaufenden Volumenpulsationen bedingt wird.In Abhängigkeit von der Änderung der Amplitudengröße ändern sich Anstieg des Kurvengipfels, Form des Kurvengipfels,absteigender Kurvenast und Nachwellen.

Allein aus der Amplitudenerhöhung nach Behandlungsende darf aus folgenden Gründen aber nur unter größtem Vorbehalt auf ein kompensatorisches Kollateralgefäßsystem geschlossen werden:

1. Wie gezeigt wurde,sind sowohl Amplitudenerhöhung als auch -reduktion in individuell verschiedenem Maße als physiologisch anzusehen.Bei Kranken mit peripheren Durchblutungsstörungen ist die Variationsbreite prinzipiell geringer als bei Gesunden,was in erster Linie auf die Gefäßrigidität zurückzuführen ist.Es gibt aber keine für jeden Patienten,Gliedmaßenabschnitt und Schweregrad der Erkrankung verbindliche Variationsbreite.Sie kann für jede Person nur durch wiederholte Kontrollen im unbehandelten Zustand bestimmt werden und ist von folgenden intra- und extravasalen Faktoren abhängig:
   a) Der Weite der Arterien
   b) Dem Blutdruck
   c) Dem Schlagvolumen
   d) Der Herzfrequenz

e) Dem Volumenelastizitätsmodul
f) Der Gefäßtonuslage
g) Der Muskelmasse im Meßbereich
h) Der Menge an extra- und intrazellulärer Gewebsflüssigkeit
i) Dem venösen Füllungsgrad

2. Amplitudenerhöhungen treten auch dann auf, wenn der Funktionszustand unverändert war oder sich verschlechterte.
3. Selbst größere Veränderungen der Rheogramme nach therapeutischen Maßnahmen können Ausdruck nur eines veränderten Funktionszustandes sein, von denen nicht vorbehaltlos auf organische Veränderungen geschlossen werden darf(44).

Nur der Nachweis einer in reproduzierbarer Weise w e s e n t l i c h erhöhten Amplitude bei g l e i c h z e i t i g e r klinischer Besserung objektiviert subjektive Aussagen und klinische Untersuchungsergebnisse. (Abb.18). In den vorliegenden Untersuchungen konnte in 2 von 9 Fällen bei funktioneller Besserung eine gleichzeitige Amplitudenerhöhung beobachtet werden, die wir als Folge der Massage ansehen.

Kleine Amplituden als Ausdruck von Kollateralgefäßen

Mit einer größeren Gehleistung und Abnahme subjektiver Beschwerden kann aber auch nach eigenen Beobachtungen eine reduzierte Amplitude mit breitem Kurvengipfel einhergehen.

Sowohl primäre als auch sekundäre Kollateralen haben zunächst ein e n g e s Lumen, das nur eine im wesentlichen kontinuierliche Blutströmung ohne größere Volumenpulsationen zuläßt. Das rheographische Meßverfahren kann nur Volumenverschiebungen und daher die Durchströmung derart kleiner Gefäße nicht erfassen. Es kommt wegen der fehlenden Volumenpulsation nicht zur Vergrößerung der Pulskurvenamplitude, obgleich der Funktionszustand der Extremität deutlich verbessert wurde. Die

Amplitude kann sogar reduziert werden.Das ist dann der Fall,wenn die großen Arterien im Laufe der Behandlung fortschreitend obliterieren,es aber in wesentlich schnellerem Tempo zur Entwicklung eines dichten,e n g - l u m i g e n Kollateralnetzes kommt,über das die Peripherie versorgt wird.Ausdruck solcher kleinkalibriger Kollateralen im Rheogramm ist die von KAINDL beschriebene Kollateralenkurve,die sich bei den eigenen Untersuchungen aber nur in 3 von 9 Fällen in typischer Weise zeigte.Die Verbreiterung des Kurvengipfels bis zu plateauförmigen Veränderungen ist so zu verstehen, daß durch die engen Umgehungsgefäße das systolische Blutvolumen über längere Zeit zu einer Erhöhung des Volumen-Durchflusses im Meßbereich führt,während unter normalen Verhältnissen die großlumigen elastischen Gefäße nur mit einer kurzen,steilen und hohen Amplitude auf das systolische Volumen-Angebot reagieren.Ebenso sind Veränderungen des Kurvenanstieges,absteigenden Kurvenastes und der Nachwellen Folge des zeitlich verschobenen Volumendurchflusses durch den Meßbereich. Weiter ändert das ohne Verstärkung der Volumenpulsation im Meßbereich erhöhte Blutvolumen den Ohmschen Grundwiderstand,der bestimmt werden kann.Er läßt aber keine Aussagen zu,wenn Werte verglichen werden,die im Abstand von mehreren Wochen gemessen wurden,weil er von zu vielen Faktoren abhängig ist.

Es ist praktisch kaum möglich,rheographische Kurven, deren Amplitude nach syncardialer Massage k l e i n e r geworden oder unverändert geblieben ist,mit Sicherheit als Ausdruck eines Kollateralkreislaufes anzusehen,weil die Veränderungen durch folgende Ursachen bedingt sein können:

1. Kollateralgefäße
2. Eine Progredienz der stenosierenden Prozesse.
   Das pathologische rheographische Kurvenbild eines Gliedmaßenabschnittes wird von der Progredienz obliterierender Gefäßprozesse und der Entwicklung

eines Kollateral-Kreislaufes bestimmt.Es ist aber nicht möglich,aus dem Rheogramm den Anteil schon vorhandener Kollateralen von Verformungen der Pulswelle durch obliterierende Gefäße zu trennen,weil einzelne Gefäße mit dieser Methode nicht erfaßt werden können.

3. Ödeme oder vermehrter Flüssigkeitsgehalt im Bereich des interstitiellen Raumes der Extremität,der palpatorisch nicht immer nachweisbar ist.

Wenn aber zwei extrem unterschiedliche Veränderungen (Amplitudenvergrößerung und -verkleinerung)der rheographischen Pulskurve Ausdruck e i n e s Funktionszustandes sein können,ist die Beurteilung des Behandlungserfolges weitgehend ausgeschlossen.Das Rheogramm allein kann keine Auskunft über organische Veränderungen und das Verhalten der Funktion einer durchblutungsgestörten Extremität nach längerer syncardialer Massage geben.

Diesen Ergebnissen entspricht auch die Beobachtung von ARTHOLD(5)an Einzelfällen,der bei bereits seit langem subjektiv beschwerdefreiem Zustand nach syncardialer Massage nur wenig veränderte Rheogramme fand,ohne nähere Angaben zu machen.Er glaubt,daß mit der Rheographie weitmehr die vorhandene oder fehlende Elastizität der Hauptgefäße,als der Zustand des Kollateralkreislaufes bzw.des gesamten Durchblutungsquerschnittes der erkrankten Extremität erfaßt werden kann.
Dagegen berichten KAINDL,POLZER und SCHUHFRIED(5o)über eine mündliche Mitteilung von GOTTLOB und MAY,die nach 2o Minuten Syncardon-Massage bei gut ansprechenden Fällen ein Ansteigen der Pulswellenamplitude beobachteten.Dieser Effekt hat sich nach mehrtägiger Behandlung verstärkt.Es wird aber nicht erklärt,was unter "gut ansprechenden Fällen" verstanden wird,wie viele Fälle es waren und ob die rheographischen Untersuchungen jedesmal nach Massage-Ende oder zu einer von der Massage

unabhängigen Zeit vorgenommen wurden.Daß mitunter unmittelbar nach Syncardon-Massage eine erhöhte Amplitude bei gefäßkranken und -gesunden Personen beobachtet werden kann,ist schon oszillographisch(42)nachgewiesen worden,bestätigen unsere rheographischen Versuche und muß als temporäre,funktionelle Veränderung gedeutet werden.Ausdruck eines Massageerfolges auf Dauer kann aber nur eine dauernde Amplitudenerhöhung sein.
Den vorliegenden Untersuchungen widersprechen weder die Beobachtungen von GOTTLOB und MAY,noch die von FRIEDMANN (19).FRIEDMANN beschreibt bei deutlicher Erhöhung der Gehleistung nach Syncardon-Massage über längere Zeit, eine Erhöhung der Pulskurvenamplitude.Ihm fiel gleichzeitig auf,daß der Kurvenanstieg steiler,der Kurvengipfel schmaler und Nachschwankungen angedeutet waren. Auch hier fehlt eine Angabe über die Zahl der Fälle, bei denen diese Beobachtung gemacht wurde.Zudem hat ein deutlicher Amplitudenanstieg bei annähernd gleicher Frequenz erfahrungsgemäß einen steileren Anstieg und spitzeren Kurvengipfel zur Folge.Zu verwerten wäre diese Angabe nur dann,wenn gleichzeitig aufgeführt wäre, in wieviel Fällen nach Syncardon-Massage keine Amplitudenerhöhung auftrat.Daß eine bessere funktionelle Leistung mit einer Amplituden-Erhöhung einhergehen kann,ist bei den vorliegenden Untersuchungen in 2 von 9 Fällen beobachtet worden.Daraus läßt sich die Brauchbarkeit rheographischer Formveränderungen für die Verlaufsuntersuchungen bei Behandlung mit syncardialer Massage aber nicht ableiten.

Veränderungen des Rheographischen Quotienten(RQ)
Daß auch der Rheographische Quotient nicht geeignet ist, eine Aussage über den Behandlungserfolg zu machen,ergibt sich aus der physiologischen Variationsbreite des Quotienten,der Amplitude,des Ohmschen Widerstandes der Herzfrequenz und aus dem Vergleich Rheographischer

Quotienten von behandelten und unbehandelten Patienten mit peripheren Durchblutungsstörungen.

Der normale Variationsbereich der Rheographischen Quotienten bei unbehandelten Patienten beträgt für

FONTAINE-Stadium 1 : o,19

FONTAINE-Stadium 2 : o,16

Es muß aber betont werden,daß die errechneten Werte nur Mittelwerte sind,gebildet aus allen Differenzen sich entsprechender Rheographischer Quotienten zweier im Abstand von mindestens 14 Tagen vorgenommenen Untersuchungen.
Extreme Abweichungen sind möglich und beobachtet worden. Es besteht auch keine absolute Abhängigkeit des Verhaltens rheographischer Quotienten vom FONTAINE-Stadium im Einzelfall.Die Differenzen einzelner Gliedmaßenabschnitte können beim Stadium 2 größer sein,als beim Stadium 1.

In gleicher Weise wie für die Berechnung der normalen Variationsbreite des RQ,wurden die absoluten Differenzwerte der Rheographischen Quotienten vor und nach Behandlung eines jeden Patienten bestimmt.Der arithmetische Mittelwert aller Differenzen sämtlicher 15 Patienten beträgt

o,14

Damit liegt das arithmetische Mittel noch unter dem Wert,der die normale Variationsbreite kennzeichnet.
Für die einzelnen Stadien ergeben sich folgende Werte:

FONTAINE-Stadium 1 : o,23

FONTAINE-Stadium 2 : o,12

FONTAINE-Stadium 3 : o,1o

Auch sie liegen im Bereich der normalen Variationsbreite für die einzelnen Stadien bei unbehandelten Kranken mit Angiopathien. Aus diesem Grunde wurde darauf verzichtet, anzugeben, ob der RQ im Einzelfall nach Behandlung größer oder kleiner war, als zuvor. Wieweit der Rheographische Quotient vor und nach einer Syncardon-Therapie-Serie variiert, ist ebenso wie bei der Kurvenform individuell verschieden. Die beobachteten extremen Abweichungen haben die Größe der Einzeldifferenzen bei unbehandelten Patienten nicht überschritten. Zwischen dem Verhalten des RQ und dem Behandlungsergebnis besteht kein Zusammenhang. Der Quotient ist nach Behandlungsende weder eindeutig gestiegen, noch gesunken. Seine Schwankung liegt im Normalbereich. Er ist damit für die Kontrolle des Therapie-Verlaufes bei Syncardon-Massage nicht verwertbar, darüber hinaus in der Diagnostik auf Grund seiner großen Variationsbreite und der Meßunsicherheiten überflüssig. Er gibt nur wieder, was die Kurvenform bereits zeigt. Grenzfälle zwischen normalen und pathologischen Rheogrammen nach dem Wert des Quotienten zu entscheiden, ist nicht möglich. Gewisse Aussagen lassen sich nur bei Kurzzeit-Versuchen machen, wenngleich auch hier die diagnostische Bedeutung der Rheogramme durch Errechnung des RQ nicht wesentlich verbessert werden kann.

G. Zusammenfassung

1. Nach einleitender kurzer Darstellung der arteriellen Durchblutung der Extremitäten werden Prinzip, Methodik, Wirkungsweise und Indikationsstellung der "syncardialen Massage nach FUCHS" beschrieben und eine Übersicht über die heute üblichen Meßmethoden zur Messung der Extremitätendurchblutung gegeben. Zur Beurteilung des Therapie-Erfolges der Syncardon-Massage nach FUCHS wurde die Rheographie benutzt. Die Besonderheiten dieses Verfahrens werden kritisch dargestellt.

2. Es wurde nachgewiesen, daß der Rheographische Quotient (RQ) mit dem Relativen Pulsvolumen (P_R) identisch ist. Als "Rheographischen Quotienten" bezeichnet man einen von JANTSCH zur rechnerischen Auswertung von Rheogrammen eingeführten Zahlenwert, der aus Amplitudenhöhe der rheographischen Pulskurven, Eichzackenhöhe, Eichwert, Ohmschen Grundwiderstand eines Meßbereiches und Herzfrequenz berechnet wird. Diesem RQ ist die von KAINDL, POLZER und SCHUHFRIED angegebene Formel zur Errechnung des "Relativen Pulsvolumens" identisch. Die physiologische Schwankungsbreite der längsrheographischen Pulskurven-Form an den unteren Extremitäten, sowie der dazugehörigen Rheographischen Quotienten wurde an einer Gruppe von 13 gefäßgesunden Personen ermittelt.
   In gleicher Weise wurde an 7 gefäßkranken, unbehandelten Personen mit unterschiedlich schweren Durchblutungsstörungen die normale Variation der Kurvenform und des Rheographischen Quotienten bestimmt. Gegenüber Personen ohne Durchblutungsstörungen ist die Variationsbreite der Kurvenform gefäßkranker Patienten geringer. Sie ist abhängig vom Schweregrad der Erkrankung und außerdem individuell verschieden.

Bei der Beurteilung von Rheogrammen nach therapeutischen Maßnahmen muß immer überlegt werden,ob beobachtete Veränderungen nicht einfach in den Bereich der normalen Schwankungsbreite fallen.

3. An insgesamt 9o gefäßgesunden Personen im Alter von 2o bis 79 Jahren wurden für beide Beine,getrennt nach Seiten,Gliedmaßenabschnitten und Altersgruppen, arithmetische Mittelwerte und Standardabweichungen der Rheographischen Quotienten bestimmt.
Mittelwert und Standardabweichung,errechnet aus gleichartigen Gliedmaßenabschnitten des rechten und linken Beines aller Altersgruppen,betragen für:

Alter		Oberschenkel	Unterschenkel	Füße
2o - 79	$\bar{x}$	1.12	1.o5	o.79
	s	± o.3o	± o.33	± o.31

4. An insgesamt 15 Kranken mit peripheren arteriellen Durchblutungsstörungen(11 Männer im Alter von 48 bis zu 75 Jahren und 4 Frauen im Alter von 55 bis zu 72 Jahren) wurde das klinische Behandlungsergebnis der Syncardon-Massage jeweils nach Abschluß einer Therapie-Serie mittels Längsrheographie untersucht.
Die Gesamtzahl der Einzelbehandlungen betrug bei

6 Patienten 15 Massagen
8 Patienten 3o Massagen
1 Patienten 6o Massagen.

In 5 Fällen handelte es sich um das FONTAINE-Stadium 1 ,in 21 um das Stadium 2 und in 4 um das Stadium 3 .
Das vor und nach einer durchgeführten Behandlungsserie festgestellte subjektive Beschwerdebild und das objektiv ermittelte klinische Untersuchungsergebnis wurde den rheographischen Befunden vor und nach Behandlung gegenüber gestellt.

5. Die Syncardon-Therapie führte bei den untersuchten Kranken in einem Fall zu Beschwerdefreiheit und in 9 von 15 Fällen zu deutlicher Besserung.Bei 4 Patienten trat keine Besserung ein,in einem Fall wurde die Durchblutung der Extremität trotz Behandlung schlechter.

6. Die nach Syncardon-Behandlung nachweisbaren klinischen Erfolge werden auf die Entwicklung eines Kollateralkreislaufes bezogen.

7. Die rheographische Kurvenform ließ bei den vorliegenden Untersuchungen weder nach 3o,noch in einem Fall nach 6o Massagen charakteristische Veränderungen erkennen.
   Sowohl bei Patienten mit deutlicher Besserung der Gehleistung als auch in Fällen mit unveränderter Claudicatio-intermittens-Strecke wurden Amplitudenerhöhung und -Reduktion,Spitzer- und Breiterwerden der Kurvengipfel sowie Steiler- und Flacherwerden der ansteigenden und absteigenden Kurvenäste beobachtet.
   Die Objektivierung des Behandlungserfolges mit der Rheographie ist nicht möglich,weil verschiedenartige, völlig uncharakteristische Formveränderungen der rheographischen Pulskurven Ausdruck e i n e s Funktionszustandes sein können.

8. Das Rheogramm erlaubt keine sichere Aussage über die Ausbildung eines Kollateralkreislaufes und seine Funktionstüchtigkeit nach längerer syncardialer Massage bei durchblutungsgestörten Extremitäten. Dies beruht möglicherweise darauf,daß eine Besserung der peripheren Durchblutung sowohl über englumige, als auch großkalibrige Gefäßanastomosen erfolgen kann. Während in den engen Kollateralen das Blut mehr kontinuierlich fließt,lassen größere Kollateralen einen pulsatorischen Bluttransport zu.Da mit der Rheographie aber nur Volumenpulsationen registriert werden, wird eine verbesserte Durchblutung der Peripherie erst dann zu Änderungen im Rheogramm führen,wenn Kollateralen einen Gefäßquerschnitt erreicht haben, der eine pulsatorische Durchströmung zuläßt.Eine

Vielzahl englumiger Gefäße kann zwar die Durchblutungsgröße erhöhen, beeinflußt aber nicht das rheographische Kurvenbild.

9. Auch der Rheographische Quotient ist für die Beurteilung des Therapie-Erfolges nach syncardialer Massage ungeeignet.
Es konnten keine, für eine Besserung oder Verschlechterung der peripheren Durchblutung typischen Veränderungen nachgewiesen werden. Die nach der Behandlung aufgetretenen Änderungen liegen innerhalb eines normalen Schwankungsbereiches, wie er bei unbehandelten Patienten gefunden wurde.

10. Zwischen dem Verhalten des Ohmschen Grundwiderstandes eines Meßbereiches und dem klinischen Behandlungsergebnis nach einer Behandlungsserie mit syncardialer Massage bestehen keine charakteristischen Beziehungen.

11. Während syncardialer Massage konnten regelmäßig rheographische Pulskurvenänderungen proximal und distal der Massagestelle nachgewiesen werden. Sie standen in direkter Abhängigkeit zur Druckdauer, Druckhöhe und Einsatzverzögerung der lokalen Manschettenkompression.
Auffällig war, daß unter vollkommen gleichen Massage-Bedingungen am rechten und linken Bein massive Seitendifferenzen in der Amplitudenhöhe auftraten, die bei allen untersuchten gesunden und kranken Personen weder vor noch nach Behandlung beobachtet wurden.
Als Ursache werden seitendifferente Tonusverhältnisse vermutet.

12. Unter syncardialer Massage konnten regelmäßig Veränderungen des Herzschallbildes und des Carotis-Pulses nachgewiesen werden, deren Art und Größe von der Druckdauer, Druckhöhe und Einsatzverzögerung der Massage bestimmt wurden.
Als Ursache dürften Stauungserscheinungen anzuschuldigen sein, die sich während der Manschetten-Kompression

in den arteriellen Gefäßen retrograd auswirken.

13. Unmittelbar nach einer Syncardon-Massage wurden an objektiven Veränderungen bei allen Patienten ein Anstieg des Ohmschen Grundwiderstandes im Massage-Bereich, in einzelnen Fällen erhöhte Amplituden rheographischer und oszillographischer Pulskurven, palpatorisch deutlichere Fußpulsationen, Feuchterwerden von Ulcera, Abblassen oder zyanotische Verfärbung von distal der Massagestelle gelegenen Hautpartien, Hyperämie der Haut unmittelbar unter der Massage-Manschette, Volumenreduktion von Varizen, ganz vereinzelt Muskelfibrillieren am massierten Gliedmaßenabschnitt und in einem Fall ein zuvor nicht vorhandener Bigeminus im EKG beobachtet. Subjektiv wurde eine Verbesserung der Gehleistung für etwa 6 - 1o Stunden, zuvor nicht vorhandenes Wärme- oder Kältegefühl in der behandelten Extremität, Spannungsgefühl, Verminderung der Parästhesien und bei 3 Patienten verschiedentlich stenokardische Beschwerden angegeben.

14. Der Ohmsche Grundwiderstand eines massierten Gliedmaßenabschnittes, der unmittelbar vor und nach einer Massage an je 1o gefäßgesunden und -kranken Personen gemessen wurde, stieg signifikant an. Diese Beobachtung spricht für eine verminderte Blutfüllung im Meßbereich, wahrscheinlich auf Grund eines erhöhten venösen Rückstromes durch die syncardiale Massage.

15. Mittels der rheographischen Meßmethode ließ sich ein schlüssiger Beweis für eine vermehrte arterielle Durchblutung nicht erbringen. Für das Zustandekommen der klinisch günstigen Syncardon-Wirkung wird neben rein mechanischer Beeinflussung mit Erhöhung des arterio-venösen Druckgefälles und damit der Strömungsgeschwindigkeit noch ein Spüleffekt angenommen.

16. Es muß offen bleiben, ob nach wesentlich längerer syncardialer Massage charakteristische Veränderungen im Rheogramm auftreten.

Literatur-Verzeichnis

1. ALLGÖWER,M.: Erfahrungen mit der syncardialen Massage Ztsch.f.Unfallmedizin und Berufskrankh.,4,313(1950)

2. ARTHOLD,M.K.: Die intraarterielle Injektion Wiener med.Wschr.,18,339(1951)

3. ARTHOLD,M.K.: Die syncardiale Massage als Therapie der peripheren Gefäßerkrankungen.Wiener klin.Wschr.,1o,2oo (1953)

4. ARTHOLD,M.K.,GOTTLOB,R.,MEISSNER,O.: Ergebnisse der syncardialen Therapie bei organischen arteriellen Durchblutungsstörungen der unteren Extremitäten. Wiener klin.Wschr.,32,558(1954)

5. ARTHOLD,M.K.: Die syncardiale Therapie in der Praxis Heilkunst,69,187(1956)

6. AUINGER,W.,KAINDL,F.,NEUMAYER,A.: Über die Brauchbarkeit der Schädelrheographie am Menschen,insbesondere zur Beurteilung des Effekts therapeutischer Maßnahmen auf das Verhalten der Gefäße.Ztsch.f.Kreislauff.,42, 1o4(1953)

7. BERGER,H.D.,NEIKES,K.,SCHUG,E.: Physikalische Meßverfahren bei peripheren Durchblutungsstörungen Internist,3,167(1961)

8. BRÜGGEMANN,W.,STÜBNER,Ch.: Über die Wirkung kalter und warmer hydrotherapeutischer Maßnahmen auf die arterielle periphere Durchblutung.Verhandl.Dtsch.Ges. f.Kreislauff.,28,417(1963)

9. BRUGSCH,Th.: Kardiologie.Hirzel-Verlag Leipzig,1958

1o. BUCHRUCKER,E.: Syncardon-Behandlung.Dtsch.med.Wschr., 8o,288(1955)

11. BÜRGI,S.: Über die Behandlung der Hemiplegie und anderer Paresen mit syncardialer Massage.Schweiz.med. Wschr.,37,877(1951)

12. BÜRGI,S.,FUCHS,M.: Behandlung spastischer Paresen mit der syncardialen Massage.Schweiz.med.Wschr.,46,12oo (1947)

13. CARSTENSEN,G.: Kombinationstherapie bei obliterierenden Gefäßerkrankungen.Therapiewoche,6,355(1956)

14. CEBULLA,F.: Wandler für die klinische Pulsregistrierung.Dtsch.Med.Journal,14,338(1963)

15. COTTIER,P.,REUBI,F.: Die Nierenfunktion während und nach Anwendung der syncardialen Massage nach FUCHS. Cardiologia,2o,377(1952)

16. EMMRICH,K.: Ergebnisse rheographischer Nachuntersuchungen nach Femoralarteriotomien bei Operationen im extrakorporalen Kreislauf.Das Dtsch.Gesundheitswesen,22,9o7(1963)

17. ENGER,H.: Angiologische Funktionsdiagnostik. Verhandl.Dtsch.Ges.Innere Medizin,67,66o(1961)

18. FRANKE,H.,CARSTENSEN,G.: Zur Bewertung und Behandlung arterieller Gefäßerkrankungen im Alter.Internist,3, 172(1962)

19. FRIEDMANN,G.: Oszillographie und Rheographie als Voruntersuchung bei der Extremitäten-Arteriographie. Röntgenblätter,7,99(1954)

2o. FRIEDMANN,G.: Läßt sich die Indikation zur Arteriographie der peripheren Gefäße durch unblutige Methoden einschränken? Ärztl.Wschr.,12,4o(1957)

21. FUCHS,M.: Neue Methode zur Förderung der lokalen Blutzirkulation:Syncardiale Massage.Schweiz.med.Wschr. 24,542(1945)

22. FUCHS,M.: Das Prinzip der syncardialen Massage und seine Anwendung.Schweiz.med.Wschr.,44,971(1945)

23. FUCHS,M.: Zur Wirkung der syncardialen Massage bei peripheren Durchblutungsstörungen.Verhandl.Dtsch.Ges. f.Kreislauff.,15,229(1949)

24. FUCHS,M.: Die Pulswellengeschwindigkeit unter normalen und pathologischen Zuständen der Gefäße.Archiv Kreislauff.,18,152(1952)

25. FUCHS,M.: Über das Prinzip und die Wirkungsweise der syncardialen Behandlungsmethode bei peripheren Durchblutungsstörungen.Die Medizinische,35,11o9(1953)

26. FUCHS,M.: Die syncardiale Behandlungsmethode bei alternden Gefäßen.Therapiewoche,4,375(1954)

27. FUCHS,M.: Über die diagnostische Bedeutung von vergleichenden Messungen der Pulswellengeschwindigkeit an symetrischen Stellen.II.Congrès International d' Angéilogie septembre 1955,Fribourg(Suiise)4oo.

28. FUCHS,M.: Klinische und experimentelle Untersuchungen über die Wirkung der syncardialen Behandlung auf die Blutzirkulation.Therapiewoche,6,288(1956)

29. FUCHS,M.: Die Stellung der syncardialen Massage-Behandlung in der physikalischen Therapie.Archiv f. physik.Therapie,9,4(1957)

3o. GHIRINGHELLI,C.,MASCETTI,M.,SCARDUELLI,A.: Einfluß kleiner Alkoholmengen auf die periphere Durchblutung. Minerva med.,54,1293(1963);Ref.Dtsch.med.Wschr.,88, 222o(1963)

31. A.GITTER,L.HEILMEYER: Taschenbuch klinischer Funktionsprüfungen.Fischer Verlag Jena,196o,6.Auflage

32. GOTTLOB,R.,MAY,R.,ROHM,W.: Über den Einfluß der Syncardon-Behandlung auf den Kreislauf.Archiv f.Kreislauff.,21,7o(1954)

33. GROSS,D.: Über lichtplethysmographische Untersuchungen bei syncardialer Massage.Ztsch.f.Kreislauff.,49,55o (196o)

34. GÜNTHER,G.: Behandlungsergebnisse mit syncardialer Massage bei Endangitis obliterans.Diss.Chir.Universitätsklinik Würzburg(1954)

35. HASSE,H.M.,LINKER,G.,MÖGEL,A.,RATSCHOW,M.: Wirkunsweise und Erfolgsaussichten der syncardialen Massage. Ärztl.Forschung,8,372(1955)

36. HASSE,H.M.,SCHOOP,W.: Der Kollateralkreislauf vor und nach operativer Wiederherstellung der Strombahn bei Arterienverschlüssen.Ztsch.f.Kreislauff.,5o,242(1961)

37. HEEGER,H.,ALDOR,E.: Das Rheokardiogramm bei Aortensklerose.Wiener klin.Wschr.,44,841(1959)

38. HEIDRICH,H.,MATZDORFF,F.: Beobachtungen an Herzschall und Carotispuls unter syncardialer Massage nach FUCHS. Ztsch.f.Kreislauff.,5o,1o57(1961)

39. HESS,H.: Obliterierende Gefäßerkrankungen.Verlag Urban und Schwarzenberg,München,1959

4o. HOLLDACK,K.,WOLF,D.: Herzschall-Fibel.Thieme Verlag Stuttgart,196o

41. HOLLE,F.: Die syncardiale Massage in der Chirurgie. Ärztl.Wschr.,46,926(195o)

42. HOLLE,F.: Der Syncardon-Test,eine klinische Methode zur Funktionsprüfung der Gefäße bei peripheren Durchblutungsstörungen sowie zur Verfeinerung der Indikation für die Grenzstrangresektion.Ärztl.Wschr.,23,535(1951)

43. HOLLE,F.: Die syncardiale Massage zur Behandlung von Durchblutungsstörungen.Langenbecks Archiv u. Dtsch. Ztg.Z.chir.,270,474(1951)

44. JANTSCH,H.: Zur Auswertung des peripheren Rheogramms. Wiener med.Wschr.,108,1004(1958)

45. JANTSCH,H.: Rheographie und Oszillometrie.Archiv f. physik.Therapie,13,27(1961)

46. JAQUET,E. und H.: Untersuchungen an einem Kreislaufmodell zur Ermittlung der hydrodynamischen Wirkung des Syncardons.Ztsch.f.gesamte experimentelle Medizin, 127,631(1956)

47. JENKER,F.L.: Über den Wert des Schädelrheogrammes für die Diagnose zerebraler Gefäßstörungen.Wien.klin.Wsch., 34,619(1957)

48. KAINDL,F.: Rheographie peripherer Arterien.Eine neue Methode zur Beurteilung arterieller Gefäße.Archiv f. Kreislauff.,20,247(1954)

49. KAINDL,F.: Die Technik der Rheographie in peripheren Arterien.Medizinal Markt,124(1955)

50. KAINDL,F.,POLZER,K.,SCHUHFRIED,F.: Rheographie Kreislaufbücherei,Band 18,1959,Dietrich Steinkopff Verlag,Darmstadt.

51. KAINDL,F.,POLZER,K.,SCHUHFRIED,F.; Die Amplitudenauswertung des Rheogramms.Wiener Ztsch.f.Innere Medizin,40,175(1959)

52. KAINDL,F.,POLZER,K.,SCHUHFRIED,F.: Rheographie mit Kompression(Druckrheographie).Ztsch.f.Kreislauff., 50,565(1961)

53. KOECKE,K.: Die rheographische Venenpulsregistrierung. Ztsch.f.Kreislauf.,48,58(1959)

54. KRAMER,J.C.,OGDEN,E.,Mc.PHERSON,R.C.: Immediate variations in pulse wave velocity caused by Adrenalin in short,uniform parts of the arteriol tree. Amer.J.Physiol.,197,432(1959)

55. KRONBERGER,L.,JENKER,L.: Über die Beeinflussung der venösen Rückströmung in den unteren Extremitäten und deren Messung durch die Rheographie.Dtsch.med.Joernal, 8,217(1962)

56. KRIEG,E.: Die Behandlung der sogenannten Beinleiden in der Praxis.Schattauer Verlag Stuttgart,1963

57. KUNERT,W.: Über die Grundlagen der Schädelrheographie. Ztsch.f.Klin.Med.,156,94(1959)

58. KUNERT,W.: Das rheographische Registrierverfahren. SWR-Nachrichten,13(1961)

59. MATHES,P.: Beurteilungsprobleme bei peripheren Durchblutungsstörungen.Vortrag auf der Herbsttagung der Ges.d.Gutachterärzte Österreichs in St.Radegund.

6o. MATZDORFF,F.: Experimentelle Untersuchungen zur Deutung des Rheokardiogramms.Ztsch.f.Kreislauff.,42,6o3 (1953)

61. MATZDORFF,F.: Kritische Bewertung der rheokardiographischen Darstellung der Hämodynamik in der Klinik. Ztsch.f.Kreislauff.,42,25(1953)

62. MATZDORFF,F.: Zur Deutung des Rheokardiogramms.Ztsch. f.Kreislauff.,43,5o3(1954)

63. MATZDORFF,F.: Die rheographische Untersuchungsmethode. Röntgen- und Laboratoriumspraxis,8,166(196o)

64. MATZDORFF,F.: Experimentelle rheographische Untersuchungen am Modell.Elektromedizin,6,2(1961)

65. MATZDORFF,F.: Rheographische Untersuchungen zur Beurteilung peripherer Gefäße.Medizinische Welt,12,577 (1961)

66. MATZDORFF,F.: Graphische Registriermethoden in der Diagnostik peripherer Durchblutungsstörungen.Internist 2,685(1961)

67. MATZDORFF,F.: Die Rheographie und ihre Anwendung bei der Diagnostik peripherer Durchblutungsstörungen. Ärztl.Laboratorium,11,354(1961)

68. MAUL,G.: Klinische Erfahrungen mit der Syncardon-Behandlung.Münchn.Med.Wschr.,49,2483;5o,2531(1952)

69. MEINERS,S.: Methodischer Beitrag zur Bestimmung der Pulswellengeschwindigkeit.Ztsch.f.Kreislauff.,43,297 (1954)

7o. MEISTER,Th.: Behandlungsergebnisse der syncardialen Massage bei peripheren Zirkulationsstörungen.Schweiz. Med.Wschr.,3,61(1949)

71. MOESCHLIN,S.: Therapie-Fiebel.Thieme Verlag Stuttgart, 1961

72. OBRIST,W.: Oszillographische Untersuchungen über die Wirkungsweise der syncardialen Massage.Cardiologia 19 Fasc.1(1951)

73. OBRIST,W.,PULVER,W.: Klinische Erfahrungen mit syncardialer Massage bei peripheren Durchblutungsstörungen Therapeutische Umschau,1(1950)

74. PABST,H.W.,AUFDERMAUER,A.,PULVER,W.: Über die Wirkung der syncardialen Massage bei Störungen der arteriellen Durchblutung - Untersuchungen mit radioaktivem Jod. Dtsch.Med.Wschr.,22,88o(1956)

75. PEZOLD,F.A.: Lipide und Lipoproteide im Blutplasma (Biochemie,Pathophysiologie,Klinik).Springer Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1961

76. PEZOLD,F.A.: Pathophysiologie und Klinik der peripheren arteriellen Durchblutungsstörungen.Internist,2,699, (1961)

77. PEZOLD,F.A.,GÜNTHER,B.: Vergleichende statistische Erhebungen über die Häufigkeit und Verteilung arteriosklerotischer Manifestationen an einem einheitlichen autoptischen Material nach einer mehrjährigen Unter- und mehrjährigen Überernährungsperiode.Ztsch.f.Kreislauff.,51,385(1962)

78. PEZOLD,F.A.: Über den derzeitigen Stand unserer Kenntnis von der Pathogenese der Atherosklerose im Hinblick auf prophylaktische und kurative Möglichkeiten.Wien. Ztsch.inn.Med.,43,137(1962)

79. PEZOLD,F.A.: Arteriosklerose - neuere Erkenntnisse und ihr Einfluss auf die derzeitigen Vorstellungen von einer rationalen Therapie und Prophylaxe.Fortschr.d. Med.,8o,839(1962)

8o. PIERACH,A.: Erfahrungen mit der syncardialen Gefäßmassage.Nauheimer Fortbildungslehrgänge,Steinkopff-Verlag Darmstadt,16,72(195o)

81. PIERACH,A.: Klinische Erfahrungen mit der syncardialen Gefäßmassage nach FUCHS-Bern mittels des Syncardon-Gerätes.Nauheimer Fortbildungslehrgänge,16,74(1951)

82. PIERACH,A.: Erfahrungen mit der Syncardon-Behandlung. Archiv f.physikal.Therapie,7,138(1955)

83. PIERACH,A.,SIEDOW,K.: Klinik der peripheren Arteriosklerose.Nauheimer Fortbildungslehrgänge,23,56(1958)

84. POLZER,K.,SCHUHFRIED,F.: Rheographie - eine Methode zur Kontrolle der Hämodynamik.Subsidia Medica,Heft 2(1956)

85. POLZER,K.,SCHUHFRIED,F.,HEEGER,H.: Die venöse Stauung im Rheogramm.Ztsch.f.Kreislauff.,45,6o9(1956)

86. POLZER,K.,SCHUHFRIED,F.: Die physikalischen Untersuchungsmethoden peripherer Gefäße unter besonderer Berücksichtigung der Rheographie.Mkurse ärztl.Fortbild., 366(196o)

87. POLZER,K.,SCHUHFRIED,F.: Anwendung der Rheographie in der Gefäßdiagnostik.Österreichische Krankenhaus-Zeitung,Heft 8/9(1961)

88. POLZER,K.,SCHUHFRIED,F.: Entwicklung und Technik der Rheographie.Wien.med.Wschr.,5,153(1962)

89. RATSCHOW,M.: Das physikalische Training der Gefäße und die syncardiale Massage nach Maurice Fuchs.Med. Praxis,27,24o(1949),Steinkopff Verlag Leipzig

9o. RATSCHOW,M.: Was ist die syncardiale Massage und wann ist sie indiziert?Münchn.Med.Wschr.,48,1427(1954)

91. RATSCHOW,M.: Grundsätzliches zur Therapie der Arteriosklerose peripherer Blutgefäße.Hippokrates,16,5oo (1957)

92. RATSCHOW,M.: Angiologie.Thieme Verlag Stuttgart 1959

93. RATSCHOW,M.: Grundlagen und Grenzen konservativer Behandlungsmethoden bei arteriellen Verschlußkrankheiten.Ztsch.f.Kreislauff.,51,737(1962)

94. v.RECKLINGHAUSEN,K.: Blutdruck-Messung und Kreislauf in den Arterien des Menschen.Steinkopff Verlag Leipzig 1944

95. RÖSCH,H.: Das Verhalten der Kreislaufperipherie bei und nach Operationen an den großen Gefäßen und am Herzen.Langenbecks Archiv u. Dtsch.Ztsch.f.Chirurgie, 289,566(1958)

96. RÖSCH,H.: Untersuchungen zur Periduralanästhesie und Sympathektomie bei Durchblutungsstörungen.Langenbecks Archiv klin.Chir.,291,482(1959)

97. RÖSCH,H.: Funktion und Anatomie peripherer Durchblutungsstörungen.Langenbecks Archiv u. Dtsch.Ztsch.f. Chirurg.,292,256(1959)

98. RÖSCH,H.: Anwendung der Rheographie in der Chirurgie Wien.med.Wschr.,5,112(1962)

99. RÖSCH,H.,SCHRADER,C.P.: Untersuchungen zur peripheren Durchblutung vor und nach Unterbindung einer Arterie. Langenbecks Archiv und Dtsch.Ztsch.f.Chirurgie,298,712 (1961)

1oo.SCHETTLER,G.: Arteriosklerose Thieme Verlag Stuttgart,1961

1o1. SCHMID,A.,REUBI,F.,STETTLER,V.,COTTIER,P.: Herzminutenvolumen unter syncardialer Therapie(FUCHS). Cardiologia,24,8(1954)

1o2. SCHMIDT-KESSEN,W.: Wirkungsmechanismus der syncardialen Massage.Archiv f.physik.Th.,3,211(1956)

1o3. SCHÖNLEBER,W.: Hauttemperaturmessungen bei syncardialer Massage.Diss.Würzburg,1951

1o4. SCHOOP,W.,JAHN,U.: Entwicklungsstadien arterieller Kollateralen und ihre begriffliche Definition. Ztsch.f.Kreislauff.,5o,249(1961)

1o5. SCHREIBER,H.: Rheographische Diagnostik.Cesra,Heft 1/2 (196o),Baden-Baden

1o6. SCHREIBER,H.: Untersuchungen über die Änderung der Durchblutungsgröße des Gehirns unter 3-(Methyl-oxyäthylamino)-2-oxypropyl-theophyllin-nikotinat mit Hilfe der Schädelrheographie.Med.Klinik,13,5o9(196o)

1o7. STIRNEMANN,H.: Experimentelle Untersuchungen über die Wirkungsweise der Fuchs'schen Syncardialmassage. Medizinische,38,1342(1955)

1o8. THURNHERR,A.,NIEDERBERGER,W.,KOCH,J.: Beitrag zur Diagnostik und Beurteilung therapeutischer Maßnahmen bei Arteriosklerose.Bulletin der Schweiz.Akademie der Med.Wissenschaften,13,432(1957)

1o9. VOGT,H.,MONTEIL,R.: Zur Frage der Beeinflußbarkeit des Elektrokardiogramms durch syncardiale Massage der Arteriae carotides und der Unterschenkelarterien Helv.Med.Acta,18,547(1951)

11o. VÖLKER,R.,KACZMAREK,E.,PUPPE,H.: Über die Verwendung von Fernreaktionen des Kreislaufs bei der physikalischen Therapie peripherer Durchblutungsstörungen Archiv f.physik.Th.,6,6(1954)

111. WEIßBACH,G.: Sekundäre rheographische Blutdruckmessung Ztsch.f.gesamte inn.Med.,14,1115(1959)

112. WICKE,G.: Oszillographische Beobachtungen bei der Anwendung des Syncardon-Gerätes.Ztsch.f.Kreislauff.,43, 861(1954)

113. WIDMER,L.K.: Zur Wirkungsweise der syncardialen Massage I. Ztschr.f.Kreislauff.,46,75o(1957)

114. WIDMER,L.K.,STAUB,H.: Zur Wirkungsweise der syncardialen Massage II. Ztsch.f.Kreislauff.,47,773(1958)

115. WIDMER,L.K.,GREENSHER,A.: Syncardiale Massage und Kapillardurchblutung.Cardiogia,33,6(1958)

116. ZENKEL,H.,SHIPLEY,R.,CLARK,R.: Die Wirkung von Lageveränderungen und lokalem Druck auf die venöse Zirkulation des Beines.Arch.Physic.Med.& rehalil,226, (1955)

Es ist mir eine angenehme Pflicht,Herrn Prof.Dr.med. F.A.Pezold für die Überlassung des Themas,Beschaffung des Syncardon-Gerätes und laufende Überwachung der Arbeit meinen Dank auszusprechen.

Mein Dank gilt ebenso Herrn Dr.med.F.Matzdorff,damaliger Oberarzt der II.Inneren Klinik des Auguste-Viktoria-Krankenhauses Schöneberg,jetziger Chefarzt des Taunus-Sanatoriums der BfA,Bad Nauheim,für seine Anleitungen zur rheographischen Untersuchung und den zur Verfügung gestellten Rheographen sowie Herrn Privatdozent Dr.med. H.Michel,Medizinische Poliklinik der Freien Universität Berlin im Städtischen Krankenhaus Westend,für Überlassung der poliklinischen Patienten.

Lebenslauf

Ich,Heinz Heidrich,wurde am 11.1.1937 als Sohn des Malermeisters Robert Heidrich und seiner Ehefrau Rosa Heidrich,geb.Hoffmann,in Reichenberg geboren. Nach Abschluß der Grundschuljahre in Weimar/Thür., folgte der Besuch des naturwissenschaftlichen Zweiges der Schiller-Oberschule Weimar.Dort wurde 1955 die Reifeprüfung abgelegt und 1956 in West-Berlin,nach einer Prüfung zur Anerkennung des Reifezeugnisses, das Medizin-Studium an der Freien Universität Berlin begonnen.Hier bestand ich 1959 die ärztliche Vorprüfung und 1963 das Staatsexamen.Zur Zeit bin ich als Medizinalassistent an der I.Inneren Klinik des Städtischen Krankenhauses Berlin-Moabit tätig.